



TALLINNA TEHNICAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

KORTERELAMUTE RENOVEERIMISPROJEKTIDE SÜVAANALÜÜS

IN-DEPTH ANALYSIS OF APARTMENT BUILDING RENOVATION PROJECTS

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Erik Vane

Üliõpilaskood: 165198 EAEI

Juhendaja: Targo Kalamees
Kaasjuhendaja: Ergo Pikas

Tallinn 2024

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"20" mai 2024

Autor: Erik Vane

/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

"20" mai 2024

Juhendaja: Targo Kalamees ja Ergo Pikas

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

".....".....2024 .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Erik Vane

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Korterelemute renoveerimisprojektide süvaanalüüs“,

mille juhendaja on Targo Kalamees ja Ergo Pikas,

- 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.
-

_____ (kuupäev)

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Erik Vane, 165198

Õppekava, peeriala: Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine EAEI02/15

Juhendaja(d): Täisprofessor, Targo Kalamees, +372 56284007

Abiprofessor, Ergo Pikas, +372 56455953

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Korterelamute renoveerimisprojektide süvaanalüüs

(inglise keeles) In-depth analysis of apartment building renovation projects

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Probleemvaldkonna kirjanduse ja varem tehtud tööde ülevaade.
2. Selgitada välja korterelamute renoveerimisprojektide põhilised komistuskivid (Süvaanalüüs).
3. Pakkuda välja lahendus tüüpiliste vigade vähendamiseks.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Kirjanduse ülevaate koostamine.	26.02.2024
2.	Lõputööde ülevaatus registreerimine.	15.04.2024
3.	Lõputöö ülevaatus 75%.	26.04.2024
4.	Kaitsmistootluse esitamine.	06.05.2024
5.	Lõputöö esitamine.	22.05.2024
6.	Lõputöö kaitsmine.	04.06.2024

Töö keel: eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "22"mai 2024a

Üliõpilane: Erik Vane ".....".....2024a
/allkiri/

Juhendaja: Targo Kalamees ".....".....2024a
/allkiri/

Kaasjuhendaja: Ergo Pikas ".....".....2024a
/allkiri/

Programmijuht: Irene Lill ".....".....2024a
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA.....	7
TERMINID.....	8
SISSEJUHATUS	9
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	11
2.1 Ehituses esinevad ümbertegemise tüübid.....	11
2.1.1 Kliendipõhised ehituslahenduste ümbertegemised.....	11
2.1.2 Ehitajaga seotud ehituslahenduste ümbertegemiste põhjused	12
2.1.3 Projekteerimisega seotud põhjused.....	12
2.2 Ümbertegemiste maksumus	14
2.3 Ümbertegemiste mõju ehitusprojektidele	16
2.3.1 Ehitise maksumuse ületamine	17
2.3.2 Ajagraafiku ületamine	18
2.3.3 Ehituskvaliteedi vähenemine	19
2.4 Strateegiad vigade vähendamiseks	19
2.5 Lühikokkuvõte	21
3. MEETODID	22
3.1 Uurimistöö protsess.....	22
3.2 Projektide ekspertiiside hindamine	22
3.2.1 Ehitise projekti osad.....	23
3.2.2 Konstruktsiooni osad.....	24
3.2.3 Vea tüüp.....	25
3.2.4 Dokumendid (ehk vea asukoht)	25
3.2.5 Joonised	26
3.2.6 Vea olulisus.....	26
3.2.7 Vea kirjeldus.....	27
3.3 Kasutatud tarkvara.....	28
3.4 Kontroll-lehe toimivuse testimine.....	28
4. TULEMUSED	30
4.1 Projektiosad.....	30
4.2 Arhitektuur.....	31

4.2.1 Arhitektuuri üldisemad tulemused.....	31
4.2.2 Arhitektuuri tüüpilised vead	32
4.3 Küte ja ventilatsioon	39
4.3.1 Küte ja ventilatsiooni üldisemad tulemused	39
4.3.2 Küte ja ventilatsiooni tüüpilised vead	40
4.4 Peaprojekteerimine.....	41
4.4.1 Peaprojekteerimise üldisemad tulemused	41
4.4.2 Peaprojekteerimise tüüpilised vead	42
4.5 Energiatõhusus.....	43
4.5.1 Energiatõhususe üldisemad tulemused	43
4.5.2 Energiatõhususe tüüpilised vead.....	44
4.6 Tuleohutus	45
4.6.1 Tuleohutuse üldisemad tulemused	45
4.6.2 Tuleohutuse tüüpilised vead	46
4.7 Kandekonstruktsioon	47
4.7.1 Kandekonstruktsiooni üldisemad tulemused	47
4.7.2 Kandekonstruktsiooni tüüpilised vead	47
5. KONTROLL-LEHT PROJEKTEERIMISE VIGADE TEKKE MINIMEERIMISEKS	48
5.1 Kontroll-lehe koostamine	48
5.2 Kontroll-lehe toimivuse tulemused.....	48
6. TULEMUSTE HINDAMINE.....	50
6.1 Tulemuste tähendus.....	50
6.2 Tulemuste kasutegur	50
6.3 Uuringu nõrgad kohad.....	51
6.4 Tuleviku uuringud	52
KOKKUVÕTE.....	53
SUMMARY	55
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	57
LISA 1. Korterelamu rekonstrueerimisprojekti kontroll-leht	61

EESSÕNA

Korterelamute renoveerimisprojektid on riiklikult olulise tähtsusega, mida toetab rahaliselt KredEx. Üheks sagedaseks probleemiks renoveerimisprojektides on projektide mahu piisavus või ebapiisavus, mille põhjuseid ei ole põhjalikult uuritud. See oli põhjuseks, miks otsustati läbi viia renoveerimise projekteerimisdokumentidele süvaanalüüs. Uurimistöö teema käis välja lõputöö juhendaja Targo Kalamees.

Lõputöö autor tänab juhendajaid Targo Kalameest ja Ergo Pikast sujuva koostöö ning töö juhendamise eest, samuti Kalle Kuuske KredExi ekspertiiside andmete jagamise eest.

TERMINID

Ehitise projekteerimine - Ehitise arhitektuuri, insenerilahenduste või kasutatava tehnoloogia kavandamine [1].

Ehitamine - ehitise või selle osa püstitamine, rajamine, paigaldamine, ümberehitamine, renoveerimine, restaureerimine, konserveerimine või lammutamine, mille tulemusel tekib uus ehitis või muutuvad ehitise füüsilised omadused ja/või väljanägemine või ehitis kaob [1].

Ehituse arendusprojekt / ehitusprojekt - *construction development project*, alguse ja lõpuga plaanipärane tegevus ehitusega seotud eesmärgi saavutamiseks [1].

Ehitise projekt - *construction design documentation*, projekteerimise tulemusena loodud arhitektuuri- ja/või insenerilahenduste dokumentide kogum, mis määrab ehitise esteetilise ja tehnilise lahenduse ning kvaliteedinõuded [1].

Ehitustööde projekt - *execution specification*, dokumentide kogum, mis sisaldab tööde korraldamise, tehnoloogia, materjalide ja tegevuste kirjeldusi, jooniseid ning on vajalik ehitustööde tegemiseks ning tööde kvaliteedi ja ohutuse tagamiseks [1].

SISSEJUHATUS

Ehitusvaldkond on üks olulisemaid majandusharusid, mis mõjutab meie igapäevaelu ja ühiskonna toimimist. Projekteerijad ja ehitajad mängivad selles valdkonnas võtmerolli, kuna nende tegevus mõjutab otseselt ehitiste kvaliteeti, ohutust ja keskkonnamõju. Siiski ei ole ehitusalal haruldane, et projekteerimis- ja ehitamisprotsessides esineb vigu, mis võivad kaasa tuua tõsiseid tagajärgi.

Projekteerimises tehtud vigadel võivad olla suured tagajärjed nii ehituse ajal kui ka hilisemal kasutusea saavutamisel. Projekteerimisvead ehitusfaasis toovad kaasa tööde ümbertegemise, projektlahenduste muudatused ning raskendavad ehitusprotsessi jälgimist. Ümbertegemisi peetakse laialt levinud probleemiks ehitus- ja inseneriprojektides, mis mõjutavad oluliselt ajagraafiku ületamist ja kulude suurenemist [2]. Sellised vead võivad tuua ka hoone hilisemates perioodides probleeme, millel on katastroofilised tagajärjed nii keskkonnale, majandusele ja ühiskonnale. Projekteerimisvead on põhilised õnnetuste põhjustajad ning uuringud on näidanud, et rasked vead projekteerimises põhjustavad 80-90% hoonete, sildade ja teiste tsiviilehitusstruktuuride õnnetustest [3].

Projekteerimisvigade ennetamiseks on riigi poolt välja töötatud standardid, määrused ja erinevad nõuded, mida tuleb projekteerimisel järgida. Ohutuse tagamiseks, mille üheks meetmeks on vigade vältimine, läbib projekt ekspertiisi, mille eesmärk on hinnata ehitise projekti või selle osa vastavust projektile esitatud nõuetele, väljaselgitatud andmetele, planeeringule, projekteerimistingimustele, säästlikule ja põhjendatud lahendusele ning projekteerimise ja ehitamise hea tavale [4]. Vaatamata olemasolevatele abinõudele tekib ehitise projektides endiselt vigu, sest inimesed ei ole täiuslikud ja eksivad aeg-ajalt erinevates olukordades. Seega on oluline uurida projektides tehtavaid vigu ja leida lisameetmeid nende vähendamiseks, sest vigade tegemine on osa inimloomusest ning neid tuleb kasutada õppimise ja enesearengu vahendina.

2021. aasta seisuga on Eestis elamiseks mõeldud hooned kõige suurema osakaaluga hoonetest ning 18% neist on korterelamud [5]. Korterelamute puhul tuleb aga ilmekalt esile, et nende ehituse kõrgaeg oli 1961.-1990. aastatel [5]. See toob esile ka probleemi, kus suure osakaaluga kortermaju on vaja renoveerima hakata, et majad oleksid energiasäästlikumad ja kestlikumad. Selleks on riik koostanud Eesti hoonete rekonstrueerimise pikaajalise strateegia, mis näeb ette, et 2050. aastaks on kõik Eesti kodud ja töökohad targalt korda tehtud [6]. Seepärast on ka antud lõputöö fookuseks

võetud korterelamute renoveerimisprojektid. Korteralamute projektide kontroll on oluline, et riiklikud rahalised vahendid kasutatakse tõhusalt ja vastutustundlikult ning korteralamud vastaksid kõrgetele kvaliteedi nõuetele, mis tagavad elanike ohutuse ja mugavuse. Kuna korteralamud moodustavad suure osa elamufondist ja neil on sarnased omadused, võimaldab projektide kontroll tõhusamat renoveerimist ja aitab luua tulevastele projektidele paremaid juhiseid.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on analüüsida korteralamute renoveerimisprojektide põhistaadiumi vigu ja nende seast leida tüüpilised vead, ning pakkuda nende ennetamiseks ja vähendamiseks lahendust. Selleks koostatakse renoveerimisprojektides korduvate vigade kohta kontroll-leht. Lõputöös leitakse vastused järgnevale kolmele küsimusele:

1. Millised on korduma kipuvad vead korteralamute renoveerimisprojekti põhistaadiumis?
2. Mismoodi ennetada ja vähendada renoveerimisprojektides tehtuid tüüpilisi vigu?
3. Milliseid järeldusi saab teha renoveerimisprojektides tehtud vigade põhjal?

Uurimisküsimustele vastuste leidmiseks tehakse süvaanalüüs renoveerimisprojekti ekspertiiside märkuste põhjal. Läbi vaadatakse 40 erinevat korteralamute kohta tehtud ekspertiisi, mille põhjal koostatakse analüüs. Analüüsi koostamiseks kategoriseeritakse kõik ekspertiiside märkused seitsmesse erinevasse gruppi. Eeldatakse, et ekspertiisid on koostanud oma ala professionaalid ning on projektidest leitud kõik vajalikud vead üles. Märkuste kategoriseerimiseks kasutatakse tarkvara ATLAS.TI, mis on peamiselt kvalitatiivse uurimistöö tööriist.

Uurimistöö on jaotatud kuueks etapiks:

1. Uurimistöö ettevalmistus: Probleemvaldkonnaga tutvumine ja kirjanduse ülevaade.
2. Süvaanalüüsi meetodid: Küsiti KredExist 40 korteralamu renoveerimisprojekti ekspertiisi projektis tehtud vigade analüüsiks. Seejärel koostati vigade kategoriseerimiseks erinevad grupid, mille kaudu sorteeritakse projektidest tüüpilised vead välja.
3. Tulemused: Tuuakse välja ekspertiisi märkuste kategoriseerimise tulemused ja tüüpilised vead kontroll-lehe koostamiseks.
4. Renoveerimisprojektide vigade kontroll-leht: Koostatakse kontroll-leht tüüpiliste vigade põhjal ning kontrollitakse selle toimivust.
5. Tulemuste hindamine: Arutletakse leitud tulemuste tähenduse ja kasuteguri üle ning tuuakse välja uuringu nõrgad kohad ja tuleviku uuringu soovitusel.
6. Kokkuvõte: Esitatakse uurimistöös leitud vastused uurimisküsimustele.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Kirjanduse ülevaates käsitletakse ehitusprojektides tekkivate ümbertegemiste põhjuseid, keskendudes peamiselt projekteerimisega seotud põhjustele ning nende mõjule kogu projektile. Samuti vaadeldakse seni koostatud abivahendeid, mis aitavad vähendada ümbertegemisi. Eesmärk on tuua välja ehitise projektides tekkivate ümbertegemiste vähendamise olulisus.

2.1 Ehituses esinevad ümbertegemise tüübid

Ehitusalal ei ole sugugi haruldane, et projekteerimis- ja ehitamisprotsessides esineb vigu, vaid see on muutunud ehitusprotsessi lahutamatuks osaks. Avastatud vead tuleb kindlasti parandada ehk tuleb lahendus ümber teha. Vastavalt Oyewobi`le on vigade ümbertegemine protsess, kus ehitustööd ei vasta kliendi nõuetele, vajadustele või valmistöö ei vasta projekti dokumentatsioonile [7]. Oyewobi [7] märkis, et ehituses tekivad tööde ümbertegemised mitmete tegurite tõttu, ulatudes projekteerimise puudustest ja ehitusvigadest kuni muudatus tellimusteni, samuti projekti osapoolte vahelise koordineerimise ja suhtluse puudulikkusest. Austraalias 115 tsiviilehitusprojekti uuringu tulemused näitasid, et peamised põhjused, mis viivad lahenduste ümbertegemisele on infotehnoloogia ebatõhus kasutamine, selgelt määratlemata tööprotseduuride puudumine, kliendi taotlusel tehtud muudatused ja töövõtja poolt kvaliteedi parandamiseks algatatud ebapiisavad muudatused [8]. Vastavalt Love And Edwards [9] artiklile, saab ehituses lahenduste ümbertegemised jagada laialt kolme erinevasse gruppi:

- 1) Kliendipõhised
- 2) Projekteerimisega seotud põhjused
- 3) Ehitajaga seotud põhjused

2.1.1 Kliendipõhised ehituslahenduste ümbertegemised

Palaneeswaran [10] tuvastas mitmeid kliendiga seotuid põhjuseid tööde ümbertegemisel. Nende hulka kuuluvad kliendi kogemuse ja teadmiste puudumine projekteerimise ja ehitusprotsesside osas, ebapiisav rahastamine ehitusuuringute läbiviimiseks, klientide vähene kaasamine projektides, ebapiisav lähteülesande detailsus, puudulik suhtlus projekteerijatega ja puudused lepingudokumentatsioonis. Iga selline põhjus võib oluliselt mõjutada projekti edu, põhjustades potentsiaalseid viivitusi, kulude ületamist ja projekti muudatuste vajadust.

Kliendi puudulikud teadmised ja ebapiisav lähteülesande detailsus toovad projektis esile muudatused. Tihtipeale tellija ei ole ise piisavalt aega panustanud lähteülesande väljatöötamiseks või ei näe ette piisavalt vahendeid korraliku lähteülesande koostamiseks. Uuringute põhjal on selliseid olukordi palju, kus tuleb välja pakutud ja töötav lahendus tellija ebapädevate esialgsete soovide tõttu mitmeid kordi ümber teha, mis on peamine ümbertegemiste põhjus projekti algfaasis [11]. Sellised muudatused võivad avaldada negatiivsed mõju kogu ehitusprojektile ning pidev muudatuste tegemine vähendab ka projektimeeskonna produktiivsust [12]. Seda põhjustab ka kliendi ja projektimeeskonna vähene suhtlus ja puudulik konsulteerimine [13]. Enamik klientidest ei oma erialast haridust või vastavat kogemust, seega on väga oluline, et projektimeeskond oskaks erinevate lahenduste ja konsulteerimise teel teha kindlaks kliendi täpsed soovid ning pakkuda koheselt õiget lahendust.

2.1.2 Ehitajaga seotud ehituslahenduste ümbertegemiste põhjused

Ehitusjuhtide ja ehitustöölise oskused on kolmas oluline tegur, mis mõjutab tööde ümbertegemist. Juhtide puudulik tööde planeerimine, töötajatega suhtlemine ning tööliste tegevuste juhtimine on objektil otseselt seotud tööde ümbertegemisega ja kulude kasvuga [14]. Seepärast on oluline, et ehitusjuhtidel oleks vastav haridus ja kogemus objektil töid korrektselt korraldada. Teisalt on probleeme tekkinud ka ehitustöölise väheste oskustega, sealhulgas tööjooniste valesti lugemisel, õigete töövõtete kasutamisel või valede materjalide valikuga [15]. Sellised tööliste vead on otseselt seotud juhtide ebapiisava tööliste koolitamisega ja juhendamise. Ehitusjuhtimise tugevdamine ja tõhusa kommunikatsiooni loomine kogu meeskonnas on oluline, et tagada objektil edukas ja kvaliteetne projekti tulemus.

2.1.3 Projekteerimisega seotud põhjused

On leitud, et hoone ehitusfaasis juhtub rohkem tööde ümbertegemist kui projekti koostamisel [16]. Sellest võib järeldada, et palju vigu võib olla jäänud projekti koostamisel ehitise projekti sisse, mis avastatakse alles hoone ehitamisel. Samas leiti Austraalias elamuprojektide kohta koostatud Love ja Li [17] uuringus, et põhilisteks põhjusteks tööde ümbertegemisel on projekteerimisvead ja hilisemad muudatused projektides. Selliseid probleeme võivad esile tuua disainiprotsessi puudulik juhtimine ja koordineerimine ning vähene suhtlus ja koostöö meeskonna vahel või ei ole eelnevalt briifingut korralikult tehtud, mis toob kaasa hilisemad muudatused projektides [15]. Need probleemid võivad kogu kogu projekti kvaliteeti ja maksumust oluliselt mõjutada [15].

Samuti on ka välja toodud veel, et projekti tähtaegade lähenemise surve võib põhjustada projekteerijate ülekoormamist, mis omakorda tekitab projektides töödefekte ja motivatsiooni puudust [18]. See tähendab, et üritatakse lahenduste koostamisi lühendada ja ei panustata piisavalt aega korrektse lahenduse saavutamiseks, mis tekitab projekti hilisemates etappides muudatusi. Hiinas tehtud uuringus leiti, et ebaselge ja ebapädev projektijuhtimise protsess põhjustab vigu projektimeeskonna koostöös ning tihtipeale alustatakse projektide ehitustöid kiirustades ja ilma piisava ettevalmistuseta [19]. Millest võib järeldada tähtajalise surve tekkimist projekti koostamisel, mida põhjustab valesti koostatud ajakava või ebapädev projektijuhtimine. Palju rõhutakse ka veel puudulikule kommunikatsioonile projekteerimismeeskonna vahel [20], mille tõttu tekib vigu ja puuduvaid projektidokumentatsioone.

2016 aastal viidi läbi küsitluse teel uuring kaasates ehitusfirmasid, eksperte ja avalikke kliente [21]. Uuring põhines erinevatele tööde ümbertegemistele ehitusprojektides, kus oli kokku 57 erinevat põhjust ning 7 nendest olid seotud projekteerimisega. Tulemuste põhjal saadi, et peamiseks projekteerimisest sõltuv ümbertegemiste tekitaja on puudujäägid ja vead projektlahendustes, mis sai olulisuse järjestikus kõikides gruppides kokku 13nda koha. Teisel kohal samas grupis tuli põhjuseks puudulik informatsioon lahenduste kohta ning kolmandaks põhjuseks on poolik lahendus. Neljandaks põhjuseks saadi veel projekti koostajate ebaadekvaatne professionaalsus. Neid tulemusi toetab ka Love poolt koostatud uuring [22], kus näitaks kliendi poolt algatatud muudatused viivad lõpuks disainivigadeni või ülekoormatud töölised tekitavad projektis puudujääke, sest ei ole piisavalt aega põhjalikult tööd valmis teha. Samuti võib järeldada Tabel 1 põhjal, et projekteerimisega seotud probleemid on suure osakaaluga projekti muudatuste tekkimisel, sest enamuse projekteerimisega seotud probleemid on kõikide alamgruppide seas olulisuse järjestikus kõrgel kohal. Seepärast on väga oluline, et pöörataks tähelepanu projekteerimisvigade uurimisele ja jõuda tulemuseni kuidas selliseid vigu vähendada saaks.

Tabel 1. Projekti tulemuslikkusele avalduva projekteerimisega seotud ümbertegemiste mõju järjestus [21]

Ümbertegemiste põhjused	175 vastaja hinnangul projekti tulemuslikkusele avaldatud mõju aste					Skoor	Keskmine	SD	RII %	Koht	Üldkoht
	1	2	3	4	5						
	Projekteerimisvead ja puudused	2	2	57	72						
Puudulik teave projekteerimiseks	5	4	58	53	55	674	0,97	3,9	77	2	14
Puudulik projektlahendus	5	4	60	58	48	665	0,93	3,8	76	3	17
Ebapiisav professionaalsus	4	7	67	40	57	664	1,03	3,8	75,8	4	18
Ebapiisavad hankemeetodid	7	16	43	60	49	653	1,18	3,7	74,8	5	20
Konkurentsivõimelised/madalad projekteerimistasud	9	20	48	46	52	637	1,36	3,6	72,8	6	28
Puudulik projektdokumentatsioon	9	19	63	52	32	604	1,14	3,5	69	7	43

2.2 Ümbertegemiste maksumus

On tehtud mitmeid uuringuid, mis on esitanud ehitusprojektides erinevaid ümbertegemiste põhjuseid. Cnuddle [23] uuris vigade parandamise kulu ehitusprojektides, mis tähendab projektide lisakulusid. Oma uuringus leidis ta, et 10-20% projekti kogu maksumusest moodustavad erinevad juurde tekkinud lisakulud. Nendest lisakuludest on 46% projekteerimisfaasis tekkinud ja 22% hoone ehitamise ajal. Sarnase uuringu on koostanud ka Burati [24] kvaliteedikõrvalekallete mõjust maksumusele, mille tulemusel leiti et 12,4% projekti kogu maksumusest läheb kvaliteediprobleemide lahendamisele ning 80% nendest vigadest on seotud puuduste või vigadega projektlahenduses. Ehituses vigade ümbertegemine kujutab endast olulist majanduslikku ja ajalist koormust, mis avaldab suurt mõju projektide edukale lõpuleviimisele. Erinevad uuringud on näidanud, et vigade ümbertegemine ehituses maksab keskmiselt 5% kogu arendusprojekti maksumusest [16]. Täpsemalt on Love [25] uurinud erinevaid ehitise projekti liike ning leidnud, et renoveerimisprojektide ümbertegemiste kulud on suuremad, kui uusehitiste projektidel, mis tuleneb töödega kaasnevast teadmatusest ja keerukusest. Sellest saab järeldada, et renoveerimisprojektides tekib rohkem probleeme, mis põhjustab edaspidiseid ümbertegemisi ning vajab täpsemat analüüsi nende vähendamiseks. Sellest tulenevalt on vigade ümbertegemise vähendamine ja lõpuks ennetamine suure tähtsusega.

Ehitise projektides on tehtud palju uuringuid tööde ümbertegemise maksumuse kohta, kuid uuringutes puudub ühtne viis nende läbiviimiseks [16], mis on ka üheks põhjuseks miks on tulemused üsna varieeruvad. Siin ei ole võimalik saada ühtset kindlat tulemust, sest ümbertegemiste maksumus sõltub projektides nii paljudest erinevatest teguritest,

nagu näiteks riiklik päritolu või projekti ja hoone tüüp. Mitmete uuringute tulemuste põhjal võib kokkuvõtlikult öelda, et tööde ümbertegemise maksumus varieerub 5-20% vahel kogu arendusprojekti maksumusest [16], [23]. Selliselt on argumenteeritud, et on võimalik säästa 15% kogu arendusprojekti maksumusest, kui elimineerida sellest projekteerimise kvaliteedi tõttu tekkivad tööde ümbertegemised [26].

Kulude uuringus jaotatakse ümbertegemiste maksumused kaheks grupiks, otsesed ja kaudsed kulud. Otsekulud on ehitusprojektides need kulud, mida saab konkreetsete tegevuste või ressurssidega otseselt seostada, nagu tööjõukulud, materjalid, seadmed ja ajakava kulud. Kaudsed kulud aga viitavad kuludele, mis on seotud projekti üldise haldamisega, kuid mida ei saa otseselt ühelegi tegevusele või ressursile omistada. Need hõlmavad selliseid tegureid nagu tootlikkuse langus, ajakava viivitused, kvaliteediprobleemide mõju ja kohtuvaidlused [27].

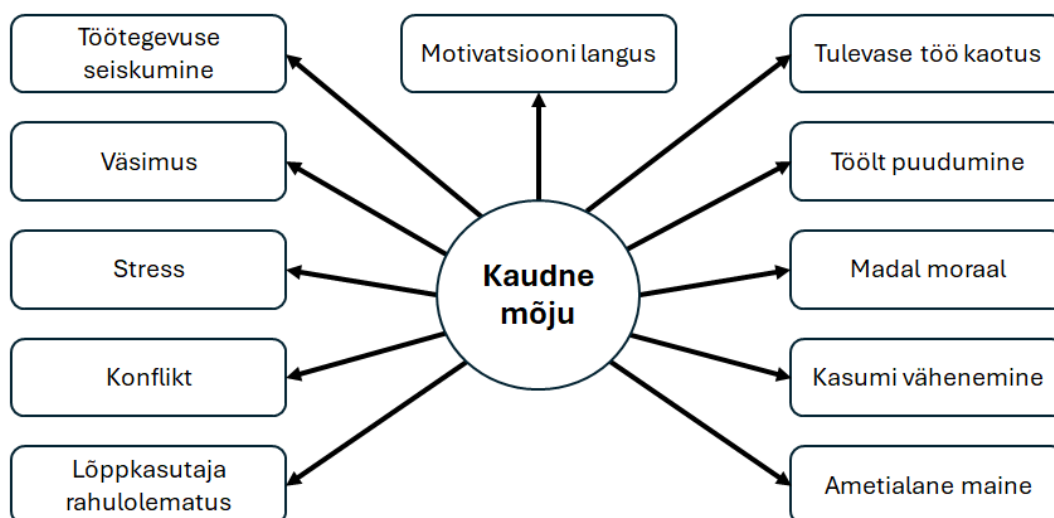
Ühes põhjalikumal uuringul Love poolt on analüüsitud otseseid ja kaudseid kulusid tööde ümbertegemistel, kuid lisaks ka ümbertegemiste kulude arvestamist ettevõtetes ja nende vähendamise strateegiate kasutamist. Andmeid koguti küsimustiku abil, kus osales kokku 78 erinevat ettevõtet ning küsimustik oli suunatud arhitektidele, ehitusettevõtjatele, konsulteerivatele inseneridele, eelarvestajatele ja projektijuhtidele. Uuringust selgus, et ümbertegemiste otsesed kulud (keskmiselt 2,93% lepingu väärtusest) olid suuremad, kui kaudsed kulud (keskmiselt 2,20%). Samuti leiti, et enamik vastajatest ei oma süsteemide ümbertegemiste kulude või mõju jälgimiseks, eriti kaudsete kulude osas, sest nende täpne arvutamine on keeruline. Kokku saadi ümbertegemiste kogukuludeks 5,12% algsest lepingu väärtusest, mis näitab et sellised lisakulud võivad kaasa aidata projekti eelarve ületamisele. Lisaks argumenteeriti ka projektis osalenute vastuste märkimisväärsete erinevuste üle, mis võis viidata sellele, et paljud küsimustikus osalenud ei pruugi kindlad olla projektides tekkinud ümbertegemiste tegelike kulude suhtes [27]. Sellised tulemused rõhutavad puudulikutele teadmistele või oskustele, selliseid kulusid ennetada või arvesse võtta.

On ka argumenteeritud, et ainult lisatööde maksumuse teada saamine ei aita olukorda paremaks saada, vaid see on edasiste uuringute algatamise põhjuseks [28]. Praegu ehitussektoris ei olegi kaudseid kulusid väga põhjalikult ja piisavalt palju uuritud, sest selliste kulude rahalises väärangus kvantifitseerimine on sageli keeruline [29]. Uurimistööd on peamiselt keskendunud otsestele kuludele, jättes kaudsed kulud, mis ka tõenäoliselt kaasnevad, rohkem teadmata [16].

2.3 Ümbertegemiste mõju ehitusprojektidele

Tööde ja lahenduste ümbertegemisel on vaieldamatult suur mõju ja kulu ehitusprojektides. Love, Edwards, Irani ja Walker väitsid, et mida kauem viga tuvastamata jääb, seda suurema tõenäosusega tööde ümbertegemine tekib, mis mõjutab märkimisväärselt kulusid ja ajakava [30]. Uuringute põhjal saab öelda, et halvasti juhitud projektis võib ümbertegemiste kogumõju kulu olla võrdne või isegi ületada oodatavat kasumit või kasumimarginaali [31]. Sellise mõju avaldumine projektidele tekitab ka edasisi probleeme, kokkuvõtlikult on ümbertegemiste mõjud projektidele jaotatud kaheks: otsesed ja kaudsed mõjud. Otseseid mõjusid on lihtsam analüüsida, need on konkreetsete tegevuste või ressursidega seotud. Teadlased on leidnud, et peamised otsesed mõjud ehitusprojektis on tekkivad lisakulud ümbertegemistest, raisatud aeg probleemide lahendamisel ning mingil määral ka ehituskvaliteedi vähenemine [16]. Need on kõik otseselt seotud ehitusprojektiga ja kergesti analüüsitavad.

Kaudseid mõjusid on keerulisem tuvastada ja mõõta, sest nad ei ole otseselt ühelegi tegevusele või ressursile ehitusprojektis omistatavad. Siinkohal on üritatud kaudseid mõjusid analüüsida ning Love ja Edward [9] on oma uuringus loetlenud erinevaid kaudseid tagajärjeseid ümbertegemistel, näiteks: lõppkasutaja rahulolematus, organisatsioonide vahelised konfliktid, tööliste väsimus ja stress, motivatsiooni puudus, ebaaktiivsus tööl, töölt puudumine, tulevaste tööde kaotamine, madal moraal, kasumi vähenemine ja professionaalse maine kahjustamine. Sarnaseid põhjuseid illustreerib kaudsetele mõjudele ka Joonis 1.



Joonis 1. Ümbertegemiste kaudne mõju ehitusprojektile [32]

2.3.1 Ehitise maksumuse ületamine

Ehitise maksumuse ületamine on üks peamisi otseseid probleeme, mis koormavad ehitusprojektide edenemist, kuna see vähendab töövõtja kasumit, põhjustades suuri kahjusid ja jättes projekti suurtesse raskustesse. Kulude ületamist võib kirjeldada kui olukorda, milles projekti lõplik maksumus ületab esialgselt planeeritud maksumust [33]. Ehituskulud on üks projekti edukuse peamise kriteeriume kogu selle ehitamise perioodi jooksul ning on suureks mureks neile, kes on seotud ehitustöödega [34]. Paljud olulised tegurid, mis mõjutavad projekti kulusid on kvalitatiivsed, nagu kliendi eelistused ehituse ajastuse ja prioriteetide osas, töövõtja planeerimisvõime, hankemeetodid ja ehitustööstuse turutingimused [16]. Sellistel teguritel on negatiivne mõju klientidele ja töövõtjatele, põhjustades nende vahel vaenulike suhete kasvu, usaldamatust, kohtuvaidlusi ja rahavoogude probleeme ning üldist kartust teineteise suhtes [35].

Palestiinas läbiviidud uuringust selgus, et eelarve ületamine on ehituse tervikprojektides suur probleem. 100% vastanutest märkisid, et keskmine kulude ületamine esialgselt eelarvest on 10-30% [36]. Tšehhis läbiviidud sarnasest uuringust leiti, et keskmiselt kuus ehitusprojekti kümnest ületavad eelarve projekti valmimisel [37]. Erinevatest uuringutest tulenevalt on väga oluline, et eelarve ja projekti koostamisel osataks ennetada erinevaid võimalikke tekkivaid ümbertegemisi ja lisakulusid. Creedy [38] on seisukohal, et projekti eelarve ületamise riskitegurite olemasolu ja mõju tuvastamine võib viia projekti kulude parema kontrolli all hoidmiseni ja samuti aidata välja pakkuda teostatavaid lahendusi tulevaste riskitegurite vältimiseks.

Uuringu tulemustele tuginedes on ehitusprojektide kulude ületamise vähendamiseks ja kontrollimiseks välja pakutud järgmised soovitused [36]:

- Tuleb korraldada koolitusi, et parandada projektis osalejate juhtimisoskusi.
- Materjalide ja tööjõukulude hindasi tuleb pidevalt uuendada, sest majandus on pidevalt muutuv ning hinnad ei ole alati samad, mis nad on olnud näiteks aasta tagasi.
- Piisavalt aega tuleb anda teostatavusuuringutele, planeerimisele, projekteerimisele, informatsiooni dokumenteerimisele ja hankepakkumiste ettevalmistamiseks. See aitab vältida või vähendada hilisemaid muudatusi.
- Projektis kokkulepitud osamaksed kliendi poolt peavad õigeaegselt laekuma.
- Juhtkond peab olema võimeline kohanema ja reageerima poliitilistele ning keskkondlikele muutustele. Seejuures peavad nad kasutama tõhusaid juhtimis-

ja finantsstrateegiaid (Riskid, mis viivad ehitusprojektide kulude ületamiseni konsultantide vaatenurgas).

2.3.2 Ajagraafiku ületamine

Ajagraafiku ületamine on defineeritud kui olukord, kus ehitusprojekt ei lõppe ettenähtud esialgse lepingu ajaperioodil [39]. See on samamoodi üks põhilisemaid kaudseid probleeme, mis tekib ootamatute probleemide ja ümbertegemiste tõttu. Projekti ajagraafiku mittejärgimine toob kaasa vähendatud kasumimarginaali, suurenenud kulud ja potentsiaalse mainekahjustuse mõlemale lepingupoolele [16]. Lisaks kogevad ka kliendid negatiivseid tagajärgi, mis tulenevad täiendavatest kuludest, vähenenud sissetulekust ja arvatust kõrgematest teenustasudest, mis on tingitud hilinevad kasutuselevõtust [16]. Assaf ja tema kaastöölised [40] viisid läbi uurimuse ajagraafiku viivituste kohta, erinevat tüüpi ehitusprojektides. Kokkuvõtvalt selgus, et ainult 30% ehitusprojektidest lõpetati õigeaegselt ning 70% ületasid ettenähtud ajagraafiku [40]. Sarnaselt Elinwa ja Joshua läbiviidud uuring näitas, et 44% vastanutel ehitustööstuses esineb projektide valmimise kuupäevade ületamisi väga tihti [41].

Arengumaades koostati uuring, mis keskendus ehitusprojektide ajagraafiku ületamise põhjuste analüüsile. Uuringus jaotati erinevad graafiku tähtaja ületamist põhjustavad tegurid kolme erinevasse gruppi: vabandamata viivitus, vabandatav viivitus, mis ei ole kompenseeritud ja vabandatav viivitus, mis on kompenseeritud. Uuringu tulemusena leiti kokku 42 erinevat põhjust ehitusprojekti ajagraafiku lõhkemisele, nendest 12 kõige olulisemat on väljatoodud täpsemalt Tabel 2. Uuringu eesmärgiks oli välja tuua vastavad põhjused, millest saab edasi koostada järgnevaid uuringuid ja õppematerjale, et ära hoida ehitusprojektides tekkivad ajagraafikuga seotud probleeme. [39]

Paratamatult sõltub võime täpselt ennustada valmimisaega planeerimisinseneride oskusest, intuitsioonist ja kogemusest [16]. Mistõttu on väga oluline selliseid põhjustavaid tegureid analüüsida, et järgnevatel projektidel osataks nendest õppida ja selliseid olukordasi vähendada.

Tabel 2. Põhilised põhjused ajagraafiku ületamisel [39].

Vabandamatud viivitused	
1	Viivitus tööjooniste ja näidiste osas
2	Puudulik suhtlus ja koordinatsioon osapoolte vahel
3	Viivitamine otsustusprotsessis
4	Töö peatumine
Hüvitiseta viivitused	
1	Tulekahju
2	Looduslikud muutused keskkonnas
3	Tuul
4	Lumesadu
Hüvitatavad viivitused	
1	Puudulik objekti juhtimine ja järelevalve töövõtja poolt
2	Puudulik suhtlus ja koordinatsioon töövõtja ja teiste osapoolte vahel
3	Viivitused alltöövõtjate töös

2.3.3 Ehituskvaliteedi vähenemine

Ehituskvaliteedi langemine käib eelarve ja ajagraafiku ületamisega käsikäes, seda liigitatakse samamoodi otseseks mõjukuks ehitusprojektidel ning seda põhjustab ehituses tekkivad tööde ja lahenduste ümbertegemised. Austraalias koostati uuring elamuehituste kvaliteedi langemise kohta, mida põhjustavad tööde ümbertegemised. Üks peamisi järeldusi oli see, et defektid ja ümbertegemised on elamuehitussektoris laialt levinud. Selleks, et mõõta uutes elamuehitustes registreeritud defektide ulatust, analüüsiti valitsusele kuuluva eluasemekindlustusfirma Housing Guarantee Fund poolt registreeritud defekte. Erinevalt varasematest uuringutest, mis tuginesid valimitele, esindavad need andmed kõiki Victoria osariigis alates 1982. aastast ehitatud uusi maju. [42]

See analüüs näitas, et defektid ja vajalikud ümbertegemised on suur probleem, mis mõjutab oluliselt ehituskvaliteeti. Korduvad ümbertegemised viitavad ebatõhusale ehitusprotsessile ja kvaliteedikontrolli puudumisele, mis omakorda põhjustab kvaliteedi langust. See mõjutab lõpptoodet negatiivselt, suurendades nii ehituskulusid kui ka tarbijate rahulolematust. [42]

2.4 Strateegiad vigade vähendamiseks

Ehitusprojektis ümbertegemiste vähendamiseks on vajalik kasutada erinevaid abinõusid ning olla kursis nende vigade tekkepõhjustega. Selliste abinõude koostamiseks ja positiivsete tulemuste saavutamiseks on vajalik, et ehitusettevõtted ja

projekteerimisfirmad koguksid ümbertegemiste põhjustest ja nende mõjudest oma projektides andmeid. Sarnaselt väidab Zhang oma analüüsis, et ehitusprojektide ümbertegemiste vähendamiseks tuleb keskenduda tööprotsessi ja töötajate tulemuslikkuse parandamisele, kasutades ümbertegemiste juurpõhjuste analüüsi, efektiivseid parandusmeetmeid ning järjepidevat jälgimissüsteemi nende põhjuste tuvastamisel [43].

Ehitustööstuse keerulise iseloomu, vigade ja ümbertegemiste erinevate definitsioonide ja tõlgenduste tõttu on olnud vähe üksmeelt ühise vigade klassifikatsioonisüsteemi osas ja selliste andmete kogumises [44]. See tekitab segadust arusaamaks reaalsest probleemi ulatusest ja ümbertegemiste täpsetest põhjustest [44]. Seega on vaja luua abinõusid projektide koostamiseks ja ümbertegemiste ennetamiseks, millest tulenevalt on ka vaja luua ühine klassifikatsioonisüsteem ümbertegemiste põhjustest, et ettevõtetal oleks lihtsam jälgida ümbertegemiste põhjuseid ja sellest tulenevalt nende kulusid.

Kontrollnimekirjad ei ole ehitusprojekteerimise kontekstis uus leiutus, kuid nende kasutusala on suhteliselt kitsas, peamiselt projekteerimise ülevaatuseks ja inspeksioonide jaoks [45]. Selliseid kontrollnimekirjasid on koostanud näiteks Whole Building Design Guide [46], mis on mõeldud hoone projekteerimise erinevate aspektide kontrollimiseks. Need kontroll-lehed aitavad tagada hoone projekteerimise kvaliteeti, ohutust ja vastavust standarditele. On koostatud ka mõned tööriistad ja kontrollnimekirjad, mis keskenduvad just ehitusprojektides tekkivate ümbertegemiste ennetamiseks ja selliste põhjuste hindamiseks:

The Field Rework Index (FRI): See tööriist on arendatud CII uurimisrühma 153 poolt, FRI-d kasutatakse ümbertegemiste ja kulude kasvu varajaseks tuvastamiseks ja hoiatamiseks. Seda on kasutamiseks kavandatud enne ehituse algust. See koosneb 14 muutujaga nimekirjast, mis on mõeldud projekti omaduste esindamiseks, kasutades selleks varasemalt valminud ehitusprojektidest pärit andmeid, igat muutujat tuleb hinnata skaalal 1-5. Pärast iga muutuja hindamist tuleb tulemused summeerida, et saada FRI skoor, mis näitab lõpuks ära kui suur on võimalus ümbertegemise tekkeks antud projektis protsentuaalselt. [43]

Zero Field Rework Self-Assessment Opportunity Checklist: Antud kontrollnimekiri on koostatud CII uurimisrühma 203 poolt, mis aitab ehitusplatsil kvaliteediprotsesse parandada ja ümbertegemisi vähendada. Erinevalt tavapäraest kvaliteedikontrollide nimekirjadest, mis keskenduvad protseduuridele ja materjalikontrollile, keskendub see kontrollnimekiri inimese käitumisele ja sooritusele. Kontrollnimekiri hõlmab kaheksat enesehindamise elementi mida peab vastaja hindama ning mille tulemusena

koostatakse analüüs, mis toob välja tugevad ja nõrgad kohad. Seejärel kasutatakse seda informatsiooni strateegiliste paranduste ja kvaliteedi tõstmise kavade väljatöötamiseks. [43]

COAA Project Rework Reduction Tool (PRRT): See on kommertstarkvara, mis on mõeldud ehitusprojektide ümbertegemiste hindamiseks ja nende vähendamiseks. Tarkvara kasutab COAA väljatöötatud kalaluustiku graafiku klassifikatsiooni, mis jagab ümbertegemiste põhjused viide peamisesse kategooriasse. Selle abil hinnatakse projekti erinevaid aspekte nende kategooriate abil. Hinnangud antakse kindlaksmääratud skaalal, mis aitab tuvastada projektis potentsiaalseid probleemseid valdkondi. [43]

2.5 Lühikokkuvõte

Kirjanduse ülevaates tutvuti probleemvaldkonnaga, mis käsitleb ehitusprojektides tekkivaid ümbertegemisi ning nende põhjuseid, maksumust ja mõju. Leiti üles põhilisemad ümbertegemiste põhjused, milleks on kliendiga seotud muudatused, projekteerimis protsessis ja ehitusfaasis tekkivad vead. Selgus, et neist kolmest grupist on kõige suurema mõjuga projekteerimisfaasis tekkinud vead, mida analüüsiti ka täpsemalt.

Erinevad uuringud on tuvastanud, et suur osa arendusprojekti lisakuludest on seotud projekteerimisfaasis tekkinud vigadest. Peamised põhjused hõlmavad infotehnoloogia ebatõhusat kasutamist, ebamäärast tööprotseduuri, kliendimuudatusi ja ebapiisavaid kvaliteediparandusi. Lisaks põhjustab kliendi poolt koostatud puudulik lähteülesanne projekti algfaasis vigu, uuringud rõhutavad veel ka probleemi allikaks tähtajalist survet projekteerijatele. Kokkuvõttes näitavad tulemused, et enamik ümbertegemisi algab projekteerimisfaasis, kus disainivead ja ebakorrekne informatsioon põhjustavad hilisemaid probleeme ehitusprojektides. Seega on väga oluline ehitise projekti koostamise faasis tekkinud vigu täpsemalt analüüsida ja uurida.

Lisaks tutvuti erinevate väljapakutud strateegiate ja abinõudega, mis aitavad ehitusprojektis ümbertegemisi ennetada või vähendada. Esialgsete vaatluste põhjal selgus, et selliseid uuringuid ja abinõusid on koostatud suhteliselt vähe. Selle põhjuseks on asjaolu, et ehitusprojektides kogutakse andmeid ümbertegemiste põhjuste ning kulude kohta väga vähesel määral. Mistõttu on oluline, et ehituses tekiks ühtne klassifikatsioonisüsteem ümbertegemiste põhjustest ning selle põhjal ka vastav abinõu ettevõtetele oma projektides ümbertegemiste mõjude ja kulude andmeid koguda. Sellise andmebaasi põhjal on tuleviku projektides lihtsam sarnaseid ümbertegemiste põhjuseid vältida. Selline mõte võiks olla edasiste uuringute eesmärgiks.

3. MEETODID

3.1 Uurimistöö protsess

Kirjanduse ülevaatest selgus, et ehitusprojektide protsessis on peamiseks ümbertegemiste põhjustajaks projekteerimisfaasis tekkinud probleemid. Nende probleemide vähendamiseks on vaja tehtud vigu ja ebatäpsustusi põhjalikumalt analüüsida, et saaks välja töötada abinõusid sarnaste vigade vältimiseks. Projekteerimisfaasis tekkinud probleemide täpsemaks analüüsiks kaardistati renoveerimisprojektides tehtud vigu ja puudujääke. Andmete kogumiseks esitati KredExi poolt ülevaatamiseks 40 ekspertiisi koos vastavate renoveerimisprojektidega, mis teostati aastatel 2020-2021. Uuritavate ekspertiiside hulgas on erinevate kandekonstruktsioonidega kortermaju, millest:

- 18 oli raudbetoon suurpaneel lamud
- 12 väike- või suurplokkidest (vaht, mull, kergkruus, karg, betoon jms) korterelamut
- 6 telliskividest korterelamut
- 4 puidust korterelamut

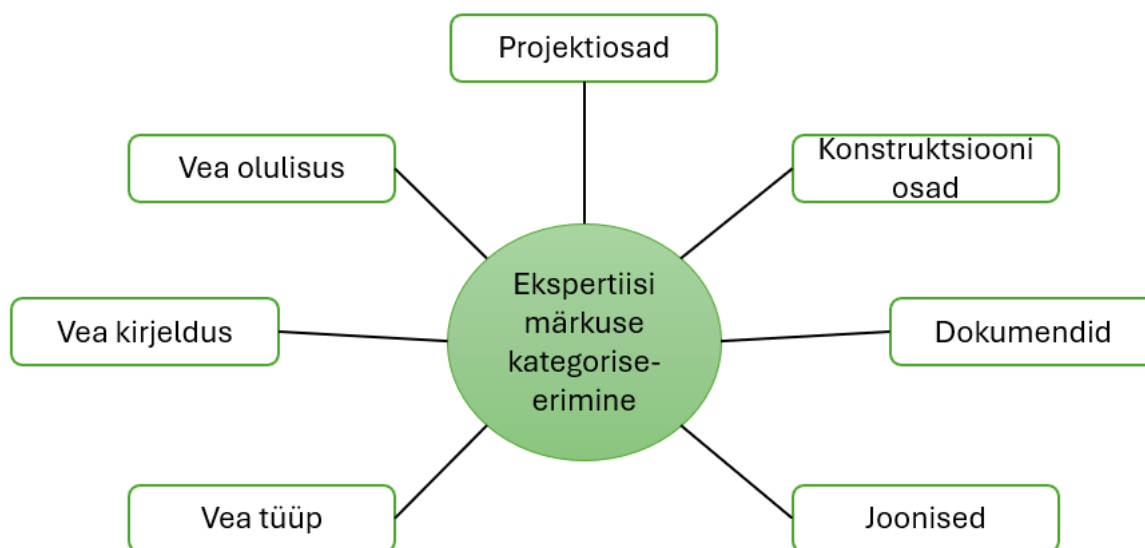
Renoveerimisprojekti komistuskivide uurimisel analüüsiti läbi korterelamute renoveerimisprojektide kohta tehtud ekspertiiside märkused. Sellisel kujul analüüsides ei tuvastatud kindlasti kõiki projektis tehtud vigu, sest ka ekspertiisi tegija võib eksida ja mõne projekti osa tähelepanuta jätta. Sellist olukorda kirjeldatakse ka määruses nr 62 [47], kus öeldakse, et kui ekspertiisi koostab hangete puhul kõige odavam pakkumise esitaja, ei pruugi see ekspertiis olla kõige pädevam, mistõttu võivad peale kontrolli ehitise projekti teatud vead sisse jääda. Kuna ekspertiiside õigsust kontrollida antud lõputöö mahus ei olnud võimalik, siis võeti hüpoteesiks, et ekspertiisid on koostanud oma ala professionaalid ning projektide kohta tehtud märkused on asjakohased ja pädevad.

3.2 Projektide ekspertiiside hindamine

Ekspertiisi märkuste kategoriseerimise peamine eesmärk on luua selge struktuur vigade ja puuduste dokumenteerimiseks, mille tulemusena on võimalik suurest infomahust leida tüüpilisi ja korduvaid vigu renoveerimisprojektides. Kategooriate koostamisel võeti aluseks kaks aspekti:

- võimalus esitada üldisemaid analüüsi tulemusi vastavalt vigade mahust, tüübist, olulisusest ja asukohast
- võimalus tuvastada tüüpilisi vigu, lähtudes nende asukohast ja liigist

Selliseid aspekte arvesse võttes koostati seitse erinevat ekspertiisi märkuse kategooriat, mis on kujutatud Joonis 2.



Joonis 2. Ekspertiisi märkuste kategooriad

3.2.1 Ehitise projekti osad

Renoveerimisprojekti ekspertiis koosneb viiest erinevast projekti osast: arhitektuur, küte ja ventilatsioon, veevarustuse ja kanalisatsioon, tugevpool ja energiatõhusus. Sõltuvalt renoveerimisprojekti sisust ja vajadusest, ei pruugi alati igas projektis kõik viis projektiosa kajastatud olla. Uuringu tulemuste täpsemaks analüüsimiseks lisati veel kolm projektiosa vigade kategoriseerimiseks: kandekonstruktsioon, peaprojekteerimine ja tuleohutus.

Seega vigu ja puudusi sorteeriti projektiosade kaupa kaheksaks, milleks on:

- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| 1. Arhitektuur | 5. Energiatõhusus |
| 2. Küte ja ventilatsioon | 6. Kandekonstruktsioon |
| 3. Veevarustus ja kanalisatsioon | 7. Peaprojekteerimine |
| 4. Tugevpool | 8. Tuleohutus |

Teatud valdkondades, nagu veevarustus ja kanalisatsioon ning tugevpool, on uurimistöö koostajal pädevus piiratud, mistõttu ei saa nendes valdkondades vigade analüüsiga

põhjalikumaks minna. Seetõttu ei mindud antud valdkondades vigade analüüsiga süvitsi, kuid koguti arvuline vigade hulk, et oleks statistiline teave nende vigade kogusest projektides.

Arhitekt tegeleb hoone välisilme, planeeringu ja sisekujunduse kavandamisega vastavalt kliendi soovidele ja funktsionaalsetele nõuetele. Arhitektuuri vigadeks kategoriseeriti vead mis kuuluvad ehitise projekti dokumentatsioonis arhitektuuri osa alla, välja arvatud vead mis on seotud peaprojekteerimise või kandekonstruktsiooniga.

Kütte ja ventilatsiooni valdkond tegeleb kütte- ja ventilatsioonisüsteemide projekteerimisega, eesmärgiga leida energiatõhusaid lahendusi, mis tagavad hoone soovitud temperatuuri ja õhuvahetuse. Sii valdkonda liigitati kõik kütte ja ventilatsiooniga seotud märkused, näiteks toimimisskeemi, õhuvahetusega või ventilatsiooniseadmega seotud vead.

Energiatõhususe eesmärk on suurendada hoone või seadmete efektiivsust ning vähendada energiakulusid. Energiatõhususe alla liigitati vead, mis on seotud joonsoojuslähivusega, soojusjuhtivusega ja energiaarvutustega.

Kandekonstruktsiooni vead kogutakse ja eraldatakse arhitektuurist ning esitleti eraldiseisva projektiosana. Kandekonstruktsioonide puhul mõeldakse erinevaid normatiivseid kasuskoormusi, ehitiste kande- ja jäigastavate konstruktsioonide kirjeldusi ning vundamendilahendusi.

Peaprojekteerija on isik, kes vastutab ehitise projekti terviklikkuse ja projektiosade ühilduvuse eest ning kes on lepingulises suhtes tellijaga [48]. Peaprojekteerimise alla tuli märkusi kõikidest teistest projektiosadest, sest peaprojekteerija vastutab projektiosade ühilduvuse eest.

Tuleohutusega seotud vigu võib esineda nii arhitektuuri- kui ka küte- ja ventilatsiooni projektiosas. Selle kategooria puhul ei eraldataud tuleohutusega seotuid vigu arhitektuuri või kütte- ja ventilatsiooni projektiosast, sellised vead kajastatakse korterelamu renoveerimise projektides tavaliselt arhitektuuri ja ventilatsiooni puhul nende enda projektiosas. Kuna tuleohutus on projektides oluline osa, koguti selle kategooria raames mõlemast projektiosast eraldi tuleohutusega seotud vead kokku ja analüüsiti neid täpsemalt.

3.2.2 Konstruktsiooni osad

Renoveerimisprojektide vigade kategoriseerimine konstruktsiooni osade või asukoha järgi aitab täpsemalt analüüsida vigade päritolu. See võimaldab hiljem mõista, millised

konkreetsed konstruktsiooni osad on enim mõjutatud ja millised vead on kõige sagedasemad erinevatel konstruktsioonidel. Vigade selliseks jaotamiseks tuvastati iga märkuse konstruktsioon või asukoht renoveerimisprojekti andmetest. Vead jaotati konstruktsioonide järgi järgmiselt:

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| 1. Katus | 8. Vahelagi |
| 2. Välissein | 9. Sisesein |
| 3. Aknad/uksed | 10. Evakuatsioon/tulemüürid |
| 4. Rõdud | 11. Põrand |
| 5. Varikatus | 12. Trepikoda |
| 6. Vundament | 13. Pööning |
| 7. Väliruum | 14. Kelder |

3.2.3 Vea tüüp

Vea tüübi kategoriseerimisega üritati saada üldisemat ülevaadet vea iseloomust, et teada saada mis sorti eksimusega on. Täpsemat vigade kirjeldust sellega ei antud. Vea tüübi järgi jagati märkused neljaks:

- Viga
- puudulik info
- info puudub
- joonis puudub

Tüübi "viga" puhul mõeldakse konkreetset eksimust, kui projektis välja pakutud lahendus või andmed on valed. "Puuduliku info" puhul mõeldakse olukorda, kus projektis välja pakutud lahendus või andmed on õiged, aga on jäetud midagi vajalikku täpsustamata. "Info puudub" ja "joonis puudub" tüüpide puhul mõeldaksegi olukordi, kus projektis ei ole välja pakutud vajaliku lahendust, andmeid või joonist. "Joonis puudub" puhul mõeldakse konkreetset puuduva joonise olukorda, aga "info puudub" tüüp võib esineda näiteks nii seletuskirjas kui ka joonistel. Need kaks tüüpi on iseloomult sarnased, aga liigitatakse eraldi, et saada aimu puudevatest jooniste kogustest projektides.

3.2.4 Dokumendid (ehk vea asukoht)

Dokumentide järgi kategoriseerimise eesmärk on luua detailsem statistika vigade asukohast projekti kausta andmetes. Selleks liigitati märkused kolmeks: seletuskiri, joonised ja muud dokumendid. Selline jaotus täpsustab vigade asukohta projektis, sarnaselt konstruktsiooni- või projektiosadeks kategoriseerimisele. Muude dokumentide alla liigitati näiteks töömahtude tabel, erinevad spetsifikatsioonide tabelid, energiaarvutuste tabel jne.

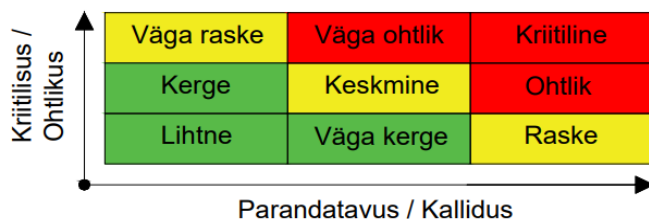
3.2.5 Joonised

Kui eelnevalt liigitati vead dokumentide järgi joonisteks, siis selle kategoriseerimisega taheti täpsustada vea asukohta joonistel. Seega joonised jaotati omakorda neljaks: plaan, lõige, vaade ja sõlm.

3.2.6 Vea olulisus

Renoveerimisprojektides tehakse palju erineva raskusastmega vigu, mille olulisust tuleb analüüsida, et suudaks eristada kergemaid ja raskemaid olukordi. Vea olulisust võib mõista kahel viisil: näiteks projekti koostamisel on teatud eksimust lihtsam parandada, kuid kui viga on jäänud tuvastamata projektifaasis ja on jõutud ehitusfaasi, siis võib selle sama vea parandamine olla palju keerulisem. Samuti ei saa eeldada, et ekspertiisi koostaja leiab alati kõik vead projektidest üles, eksimusi võib juhtuda igaühel. Seega hinnati antud analüüsis vigade olulisust põhimõttega, et uuritavat viga ei ole ekspertiisi koostaja poolt üles leitud ning sellise eksimusega on projekti ehitama hakatud.

Vea olulisust hinnati selle ohtlikkuse järgi hoone toimivusele ja parandatavuse raskusastme järgi. Ekspertiisi märkused kategoriseeriti olulisuse järgi üheksaks kategooriaks, mis on visualiseeritud Joonis 3.



Joonis 3. Vea olulisuse hindamise graafik

Lihtne viga, mis ei ole ohtlik ega raskelt parandatav ja ei oma rahalist kulu. Siia liigitati igasugused vormistuse vead joonistel või seletuskirjas, näiteks mõõdud või kõrgusmärgid joonistel puudu ja seletuskirjas viited puudu.

Väga kerge viga, mis ei oma ohtu hoone toimivusele, kuid nõuab väikest rahalist kulu ja parandamise keerukust. Näited siia liigituvatest vigadest: toodete värvitoonid täpsustamata, siseviimistlus kirjeldamata, olenevalt olukorrast materjali tehnilised andmed täpsustamata või mõõdult vale ukse valik.

Kerge viga, mis ei nõua suurt rahalist kulu ja parandamise keerukust, kuid omab kerget ohtu hoonele. Näited siia liigituvatest vigadest: vihmaveerennid kirjeldamata, akna kinnituskonsooli kinnitusvahendid täpsustamata või ebavajalik montaažilint sarika ja vahelae ühenduses.

Raske viga, mis ei mõjuta oluliselt hoone toimivust, kuid on kallis ja raske parandada. Näited siia liigituvatest vigadest: Töömaht täpsustamata (katuse puitkonstruktsioonide asendamine), rõdude vahelise seina konstruktsioon täpsustamata.

Keskmine viga, mis omab keskmist keerukust parandamisele, kulule ja hoone toimivusele. Näited siia liigituvatest vigadest: varikatuse liitumise sõlm fassaadiga puudu, akendele esitatavad nõuded puudu, parapettide sidumine ol. olevate konstruktsioonidega, pelleti punkri toru läbiviigu lahendus välisseinast puudu.

Väga raske viga, mis mõjutab oluliselt hoone toimivust, kuid ei nõua keerukust parandatavusele ega suurt rahalist kulu. Näited siia liigituvatest vigadest: parapeti lahendus täpsustamata (veepleki kinnituslahendus ja SBS – katte materjalikihid koos ülesse pööretega täpsustamata).

Ohtlik viga, mis ei ole väga kriitiline hoone toimivusele, kuid on kallis ja raske parandada. Näited siia liigituvatest vigadest: Sillutisriba alune konstruktsioon ja nõuded täitematerjalidele puudu, karkassi prusside möödud ja samm puudu, katusekattematerjalide valik tegemata.

Väga ohtlik viga, mis mõjutab oluliselt hoone toimivust, kuid ei ole väga raske ja kallis parandada. Näited siia liigituvatest vigadest: Sokli soojustuse paigaldusviis vale, tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivused valed.

Kriitiline viga, mis mõjutab oluliselt hoone toimivust ja on raskelt ning kallilt parandatav. Näited siia liigituvatest vigadest: Vundamendi alumised konstruktsioonikihid puudu.

3.2.7 Vea kirjeldus

Vea kirjeldusega loodi igale projekti puudusele või veale üldine kirjeldus, millega oleks võimalik erinevaid vigu ühtselt iseloomustada. Selle tulemusena tekib mitu erinevat vea liiki kirjelduse järgi, millest on lihtsam vea iseloomu kaudu juba konkreetseid tüüpilisi vigu välja sorteerida.

Kuna enne uuringut ei teatud projektides tehtavate vigade tüüpe, valmisid antud liigituse grupid alles uuringu lõppedes. Jooksvalt anti igale veale asjakohane uus või juba korduv kirjeldus, ning lõpuks grupeeriti kõik sellised kirjeldused kaheksaks kategooriaks, milleks on:

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1) Lahendus täpsustada | 3) Lahendus vale/ebavajalik |
| 2) Lahendus puudub | 4) Vormistus |

- 5) Tehnilised näitajad
- 6) Projekti osade ühilduvus
- 7) Paigaldus või kinnitusviis vale/puudub
- 8) Dokumentide informatsiooni ühilduvus

3.3 Kasutatud tarkvara

Ekspertiisi märkuste kategoriseerimiseks kasutati tarkvara ATLAS.TI, mis on peamiselt kvalitatiivse uurimistöö tööriist. Tarkvara pakub funktsioone sisu tuvastamiseks ja visualiseerimiseks, mida saab kasutada põhitekstianalüüsil. Kasutamiseks laeti ekspertiisi aruanded programmi ning eelnevalt koostati programmis vajalikud kategoriseerimise grupid (7 erinevat gruppi). Igasse gruppi lisati vajalikud märkuste tüübid, millega hakati erinevaid märkusi iseloomustama ja sorteerima ning mida saab antud programmis kleepida ekspertiisi aruande teksti lõikudele (Visualiseeritud Joonis 4). Selle põhjal kogub tarkvara andmeid ja võimaldab neid hiljem analüüsida ja visualiseerida vastavalt vea kategooriatele.

3. Projekti ekspertiis

3.1. Arhitektuurne osa

Seletuskiri

- 3.1.1. 5.2.1 – Kuidas toimub soojustamine allesjäävate valguskastide juures?
- 3.1.2. 5.4.10 – Kas rõdude pealevalu seisukord on nii hea, et seda pole vaja parandada?
Kas rõduplaadid jäävad külmasildadeks? Mõistlik oleks teha külmasillakatkestus või plaat ära soojustada.



Joonis 4. ATLAS.TI ekspertiisi märkuste kleepimine teksti lõikudele

3.4 Kontroll-lehe toimivuse testimine

Toimivust kontrolliti sarnaselt ekspertiiside põhjal, nagu leiti renoveerimisprojektide tüüpilised vead. Seda tehti viie erineva ekspertiisi põhjal, mis on koostatud aastatel 2020-2021, ehk samal ajaperioodil nagu süvaanalüüsiks valitud ekspertiisid, kuid need ei ole samad ekspertiisid, mis on süvaanalüüsi koostamisel kasutatud.

Testimiseks võeti ekspertiisis tehtud märkused ning võrreldi seal välja toodud vea või puuduse olemasolu kontroll-lehel. Selleks kasutati AtlasTI programmi, kui viga või puudus on kontroll-lehel kajastatud, tehti ka märkuse juurde vastav märge millise punkti kohta see täpselt käib. Kui teatud viga või puudust kontroll-lehelt ei leitud, lisati märkusele vastav viide, et teatud viga puudub kontroll-lehelt. Samuti kategoriseeriti puuduvad vead, et saaks aimu millist sorti vead peale kontroll-lehte projektidesse sisse jäävad. Vead kategoriseeriti vastavalt: vormistus, tehniline lahendus, projekti osade ühilduvus ja tuleohutus.

3.1.34. Joonis nr 3 1) Legendis tähistatud määrdetid (erinevad värvid) pole plaanil eristatavad. **Korrastatud**
 Ekspert 05.04.2022. a: Korras.

2) Täpsustada tuletõkkeseksiooni piiride tulepüvisused. Keldri ja esimese korruse vaheline tuletõkkeseksiooni piir EI60, vastavalt põlemiskoormusele keldris, ei ole nõuetele vastav. **Korrastatud**
 Ekspert 05.04.2022. a: Korras.

3) Lisada avatäidete tähised kõikidele paigaldatavatele avatäidetele, mille paigaldamist/välja vahetamist käesolev projekt ette näeb. **Lisatud**
 Ekspert 05.04.2022. a: Projektis lahendatud. Korras.

Märkus puudu kontroll-lehest
 Mis sorti märkus

13. Tuleohutus		
Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige
113	Tuleohutusega seotud konstruktsioonid	Tuleohutusnõuded seletuskirjas ja joonisel (tulepüvisus ja eripõlemiskoormus)

1. Avatäited		
Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige
14	Avatäited	Vormistus, kogused ja moodud joonistel (avatäidete asukohad/tähised, kõrgusmärgid)

Joonis 5. Kontroll-lehe kontrollimine ekspertiiside põhjal, AtlasTI programmis.

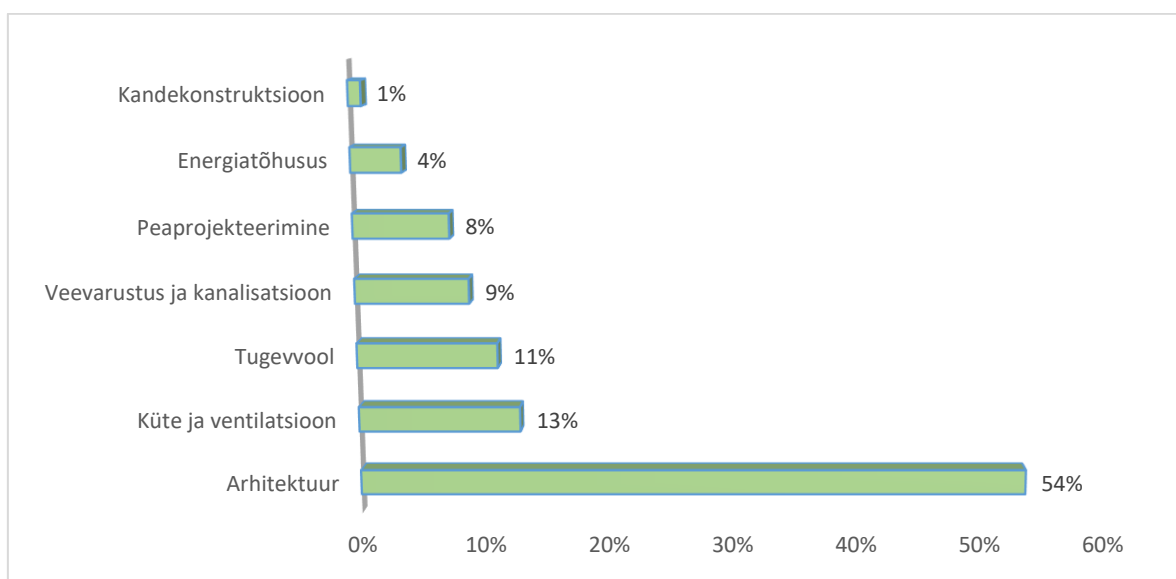
4. TULEMUSED

Käesolevas peatükis esitatakse tüüpilised vead, mis esinevad erinevates renoveerimisprojektide osades.

4.1 Projektiosad

Käesoleva uuringu üheks etapiks oli analüüsida renoveerimisprojektide ekspertiiside märkusi, et saada täpsemat teavet projekti koostamise käigus tehtavatest vigadest ja nende mahust. Uuringu käigus analüüsiti kokku 40 renoveerimisprojekti ekspertiisi, mille käigus tuvastati kokku 2503 ekspertiisimärkust, mis teeb keskmiselt iga projekti kohta 63 märkust või viga. Esiialgu võib tunduda, et antud vigade kogus projekti kohta on väike, kuid tihtipeale hõlmavad paljud ekspertiisi tehtud märkused projektis mitmeid erinevaid sarnaseid vigu, mitte ei ole antud märkus suunatud näiteks ühele konkreetsele joonisele või materjalile.

Arhitektuuri suure töömahu tõttu renoveerimisprojektides jaotati arhitektuuri osa kolmeks, lisades juurde peaprojekteerimine ja kandekonstruktsioon, kuid sellegipoolest on tulemusi vaadates arhitektuuri osakaal endiselt väga suur. Kõigi märkuste põhjal olid neli kõige suurema osakaaluga projektiosa: arhitektuur 54%, kütte ja ventilatsioon 13%, tugevool 11% ning veevarustus ja kanalisatsioon 9%. Täpsemalt on kõikide projektiosade tulemused on toodud Joonis 6. Tuleohutusega seotuid vigu oli kõikide märkuste peale kokku 5%, kuid seda osa ei kajastata eraldiseisva projektiosana ning kõik tuleohutusega seotud vead on endiselt kajastatud nii arhitektuuri kui ka kütte ja ventilatsiooni osas.



Joonis 6. Ekspertiisi märkused vastavalt projektiosadele protsentides

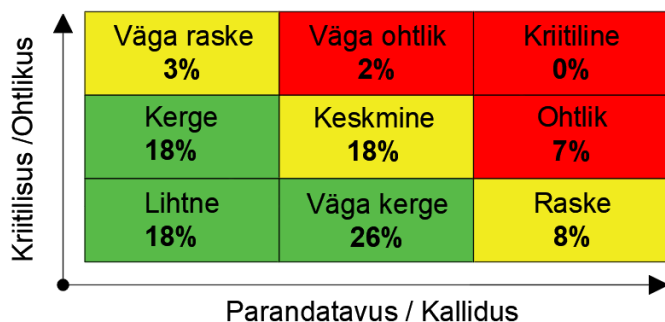
4.2 Arhitektuur

Arhitektuuri osa märkused renoveerimisprojektides on kõige suurema osakaaluga, mis tuleneb arhitektuuri suurest töömahust sellistes projektides ja põhjustab rohkem vigu teiste projektiosadega võrreldes. Samuti peavad arhitektid tegema koostööd teiste projektiosade koostajatega, et lõpp projekt ühilduks kõikide erinevate projektiosadega. Seetõttu lasub antud projektiosal suurim vastutus renoveerimisprojektides, mistõttu on oluline siin esinevaid vigu vältida ja vähendada. Keskmiselt tehti projekti kohta arhitektuuris 34 viga, kuid see tulemus põhineb eeldusel, et ekspertiisi on koostanud pädev inimene ja kõik vead on projektis üles leitud, sellest lähtudes võib tegelik keskmine vigade arv projekti kohta olla veelgi suurem.

4.2.1 Arhitektuuri üldisemad tulemused

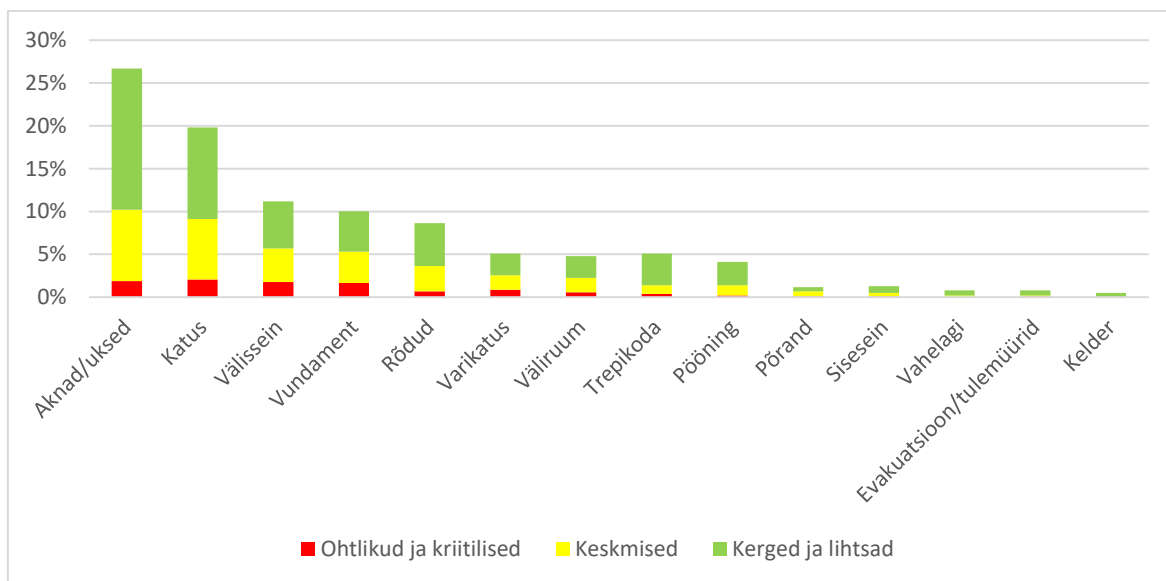
Kõikidest arhitektuuri poolt tehtud märkustest või vigadest esineb 70% joonistel, 24% seletuskirjal ja 6% muudel dokumentidel, muudeks dokumentideks on näiteks mahutabelid või spetsifikatsioonitabelid. Jooniste tüüpe täpsemalt vaadates on enamus märkused tehtud sõlmedel 38% ja plaanil 29% ning väiksema mahuga 20% lõiked ja 13% vaated. Kõige sagedasem vea tüüp lahenduste puhul on puudulik info 44%, mis tähendab, et teatud lahendus on koostatud, kuid midagi on jäänud täpsustamata või lisamata. Järgmine vea tüüp on lahendustes tekkinud vead 36%, seejärel olukorrad, kus teatud lahendust ei olnud projekteeritud või info täiesti puudus 17% ning 3% juhtudest olid olukorrad, kus puudus täielikult mõne lahenduse jaoks joonis.

Vea olulisuse järgi grupeerides vead kolme kategooriasse, nagu Joonis 7, on erinevad grupid märgitud kolme erineva värviga: roheline, kollane ja punane. Selliselt saab öelda, et suurem osa arhitektuuri vigadest on kerged ja väiksed vead ehk 62%, tähistatud Joonis 7 rohelise värviga. Sellesse kategooriasse kuuluvad näiteks vormistusega seotud vead, materjali nõuded täpsustamata või mõni väheolulisem lahendus on täpsustamata jäänud. Sellised vead tekivad üldjuhul kas kiirustades või lihtsalt lohakuse tõttu. Teise kategooria ehk keskmise olulisusega vigade osakaal on 29%. Sellisteks vigadeks on näiteks akende tehniliste nõuete puudumine, mõne konstruktsiooni liitumise sõlmejoonise puudumine või teatud konstruktsiooni puudulik või valesti lahendatud soojustus. Kõige ohtlikumate ja kallimate vigade osakaal on 9%. Nende hulka kuuluvad näiteks olulisuse konstruktsiooni valed lahendused (näiteks katusel vale materjali valik või fassaadil vale kinnitusviis jne), puuduvad lahendused või tuleohutusega seotud nõuete puudumine.



Joonis 7. Arhitektuuri osa märkuste olulisus protsentes

Konstruksiooni osade ja hoone ruumide jaotuse järgi on arhitektuuris kõige enam vigu tehtud avatäidete puhul, ehk 27% akendel ja ustel, millest 63% on tehtud joonistel ning ülejäänud on tehtud spetsifikatsioonides ja seletuskirjas. Teiseks vigade rohkeks konstruktsiooniks on katus 20% (80% vigadest tehtud joonistel) ja sellele järgneb välissein 11% (63% vigadest joonistel) ning vundament 10% (66% vigadest joonistel). Kõikide konstruktsioonide ja ruumide märkuste maht on toodud protsendiliselt Joonis 8.



Joonis 8. Arhitektuuri osa märkuste jaotus konstruktsiooni, ruumide ja vea olulisuse järgi protsentes

4.2.2 Arhitektuuri tüüpilised vead

Tüüpiliste vigade või märkuste leidmiseks kasutati üldisemaid vigade kirjeldusi, mis on täpsemalt lahti kirjeldatud faili meetodite osas peatükis 3.2.7. Selliselt saadi seitse tüüpilist vea kategooriat, kõiki konstruktsioone arvesse võttes, mille tulemused on järgnevad:

- 1) Lahendus täpsustada, mis on arhitektuuri puhul kõige sagedasemini tekkiv viga, moodustades 32% kõikidest arhitektuuri tehtud vigadest. Enim levinud veaks on ebapiisavate lahenduste esitamine, kus tihti jäeti materjalide või toodete kirjeldused ja vajalikud mõõdud täpsustamata. Samuti täpsustuste puhul ilmnas ebaselgeid töömahtude kirjeldusi ja konstruktiivsete sõlmede ebapiisavat detailsust.
- 2) Vormistus, mis on teine põhiline arhitektuuri vea grupp, esines 25% juhtudest. Peamiselt tekkisid vormistusvead joonistel, kus puudusid näiteks tingmärgid, mõõdud või vajalikud märkused ja viited. Samuti tekkisid probleeme üldise jooniste graafilise vormistusega ning kohati ka seletuskirjas eksitavaid lauseid või kirjavigu.
- 3) Lahendus puudub, selliseid olukordi esines 15% juhtudest. Need on peamiselt puuduvad lahendused seoses ohutuse ja ligipääsudega, tuleohutusega ning paigaldus- ja tehniliste sõlmede puudumine.
- 4) Tehnilised näitajad, mida esines 11% kõikidest arhitektuuri vigadest. Need on peamiselt materjalide puuduvad soojusjuhtivuse ja heliisolatsiooni spetsifikatsioonid, materjalide värvitoonid või puuduvad näidistooted koos tehniliste näitajatega.
- 5) Lahendus vale või ebavajalik, selliseid vigu esines 8% juhtudest. Peamiselt on nendeks ebasobilik materjali valik sõlmedes või valed konstruktiivsed lahendused, näiteks katusetuulutus ebatõhusalt lahendatud või pakutud lahendused, mis ei vasta ehitusstandardile või KredExi lisanõuetele renoveerimisprojektides.
- 6) Dokumentide informatsiooni ühilduvus, kus peamiseks probleemiks on seletuskirjas ja joonistel kajastatud informatsiooni mittekattumine, esines 5% kordadest.
- 7) Paigaldus- või kinnitusviisid valed või puuduvad, selliseid vigu esines kõige vähem, ainult 4%.

Järgnevatel tabelitel on toodud iga olulisema konstruktsiooni kaupa erinevad tüüpilised vead ja mahud arhitektuuri projektiosas.

Tabel 3. Arhitektuuri vead avatäidetes

Avatäited	
1) Lahendus täpsustada	
30%	
Näited korduvatest vigadest:	a) Viimistlus ja värvitoonid: nagu seinaviimistlus peale akna vahetust, betooni viimistlus, ukse värvitoonid ning aknapaalede viimistluslahendused.
	b) Aknalauad ja veeplekid: nagu aknalaua paksus, kalde suurused, paigaldus ja kinnituslahendused.
	c) Avatäidete funktsionaalsus ja lisakomponendid: näiteks avatavus, lukustuse tüüp, õhuvõtuklappide olemasolu, aknaveeplekkide liitumised ja lävepakud.
2) Vormistus	
19%	
Näited korduvatest vigadest:	a) Mõõdud ja märgistused plaanidel: puudulikud mõõdud ja märgistused, mis puudutavad akende ja uste paiknemist, suurusi ja avatavate osade mõõtmeid.
	b) Detailide ja lisakomponentide täpsustamine: projektis puudub täpsustus selliste detailide kohta nagu aurutõkketeibi paiknemine, vuugitihenduslintide asukohad ning aknaplekke kaldenurgad.
	c) Viitnoolte ja märkuste selgus: joonistel kasutatud viitnoolte ja märkuste selgus on puudulik või eksitav.
3) Lahendus vale/ebavajalik	
15%	
Näited korduvatest vigadest:	a) Materjali või toote valik: näiteks akna materjalid, aknaraami valmistamise materjal
	b) Ehitussõlmede sobivus: soojustus liiga kõrgele aknaraamile tõstetud, ebavajaliku ilmastiku teibi kasutus, aknapaigaldusraamil kasutatud sügavimmutatud puitu.
	c) Akende funktsionaalsus: näiteks vajadus pöördavatavate akende järele, mis lihtsustaks nende puhastamist, või mõned aknad ei ole avatavad, kui need on ette nähtud suitsuärastuse tagamiseks.
4) Tehnilised näitajad	
14%	
Näited korduvatest vigadest:	a) Akende/uste tehnilised näitajad: puudu või ebapiisavalt täpsustatud akende ja uste tehnilised näitajad, nagu soojusjuhtivus, heliisolatsioon, õhupidavus ja g-väärtus (päikeseenergia läbilaskvus).
	b) Klaaside ja aknaraamide spetsifikatsioonid: puudub info klaaside ja aknaraamide spetsifikatsioonide, nagu klaaspakettide koostise ja aknaraamide profiilide kohta.
	c) Paigaldustoodete ja materjalide spetsifikatsioonid: ei ole piisavalt detailselt kirjeldatud paigaldustooteid, nagu tihendid, vahud, aurutõkke- ja tuuletõkke teibid, tehnilisi parameetreid.
5) Lahendus puudub	
10%	
Näited korduvatest vigadest:	a) Paigaldus- ja tehniliste sõlmede puudumine: puuduvad konkreetsed paigaldussõlmed või tehnilised lahendused, näiteks rõduukse alumine paigaldussõlm, välisuste eesmised trepiplaadid ja aknaava ümbritsev ehisprofiil.
	b) Tuletõkkenõuete puudumine: puuduvad tuletõkkeüksed või nende spetsifikatsioonid.
6) Dokumentide informatsiooni ühilduvus	
9%	
Näited korduvatest vigadest:	a) Vastuolu seletuskirja ja jooniste vahel: näiteks aknapleki kalle, akende U-väärtused ja aknaprofiilide materjalid on kirjeldatud erinevalt.
	b) Spetsifikatsioonide ja jooniste kooskõla: näiteks akende ja uste tähised, lukustuse liigid ja viimistluse detailid ei ühti spetsifikatsioonide kirjeldusega.
7) Paigaldus või kinnitusviis täpsustada	
3%	
Näited korduvatest vigadest:	a) Kinnitusdetailid ja paigaldusviisid täpsustamata või ebasobilikud: ei ole piisavalt selgitatud või on valesti kirjeldatud, kuidas erinevad elemendid, nagu aknaplekid, puitprussid või veeplekid, on kinnitatud. Näiteks kuidas akna ülemises ja alumises sõlmes kinnitus toimub.

Tabel 4. Arhitektuuri vead katusel

Katus		
1) Lahendus täpsustada		31%
Näited korduvatest vigadest:	a) Mõõtmete ja materjali spetsifikatsioonide puudumine: näiteks sarikate samm, katuseluugi viimistlus, parapeti puitprusside mõõtmed, tuuelekastilaudade mõõdud jne.	
	b) Konstruktsioonide ja detailide ebaselgus: lahendused vajavad täpsemaid kirjeldusi näiteks ventilatsioonikorstnatel, katuseluukidel, parapetil.	
	c) Vastavuse tagamine standarditele ja nõuetele: näiteks korstnate kõrguse ja turvaelementide kohta.	
2) Lahendus puudub		25%
Näited korduvatest vigadest:	a) Ohutus ja juurdepääs: turvaelemendid nagu turvapollarid, lumetõkked või juurdepääsulahendused nagu katuseluugid ja käiguteed lahendamata.	
	b) Tehniliste seadmete ja konstruktsioonelementide asukoha puudumine: nagu ventilatsiooniagregaadid, päikesepaneelid, katuseluugid ja korstnad	
	c) Puuduvad konstruktsioonilahendused: puuduvad lahendused, nagu pööninguluugi sõlm, katuseharjade paiknemine, katusekonstruktsioonide ristlõiked.	
3) Vormistus		19%
Näited korduvatest vigadest:	a) Olemasolevate ja uute konstruktsioonide eristamine: vaja täpsustada millised on olemasolevad konstruktsioonid ja millised on uued või muudetavad elemendid.	
	b) Mõõtmete puudumine: puuduvad olulised mõõtmed nagu katusekalle, katuseluukide ja räasta laudade mõõdud või orientatsiooni ja kõrgusemärgid puudu.	
	c) Jooniste visuaalse selguse puudumine: ei ole järgitud ühtset joonestamisstiili, liigselt värvilised elemendid ja muud segadust tekitavad elemendid.	
4) Lahendus vale		9%
Näited korduvatest vigadest:	a) Sobimatute materjalide kasutamine: OSB kasutamine katusekonstruktsioonides, materjalid mida enam ei toodeta näiteks EPS50 või läbiviikude täitmiseks EPS või polüuretaanvaht (tuleohutus).	
	b) Ebasobivad lahendused: näiteks katusetuulutus tehtud läbi parapeti mitte katusetuulutitega, parapett ei ole kaetud üleni plekiga.	
5) Dokumentide informatsiooni ühilduvus		7%
Näited korduvatest vigadest:	a) Jooniste ja seletuskirjade erinevused: näiteks materjalide ja toodete mõõdud (katuseluugid, redelid, vee- ja katteplekid) või konstruktsioonide ja seadmete paiknemise erinevused.	
6) Tehnilised näitajad		5%
Näited korduvatest vigadest:	a) Tehniliste spetsifikatsioonide puudumine: puudu detailne info kasutatavate materjalide kohta, nagu SBS-katte, soojustusmaterjalid, tuuletõkkeplaadid, U-talad, nurkraud jne.	
	b) Tooteteabe täpsustamine ja näidistootete puudumine: puudu konkreetsete toodete täpsustused ja näidistooted, näiteks krohvikandeplaatidel ja puistevilla.	
7) Paigaldus või kinnitusviis vale või puudub		4%
Näited korduvatest vigadest:	a) Konstruktsioonelementide omavaheline kinnituslahendused: näiteks veepleki kinnitamine, kergploki ankurdamine parapeti paneelile, vineeri kinnitamine kergploki külge jne.	

Tabel 5. Arhitektuuri vead välisseinas

Välissein	
1) Lahendus täpsustada	
	34%
Näited korduvatest vigadest:	a) Puudulikud materjali kirjeldused ja mõõdud: nagu soojustusmaterjalide tüüp ja paksus, roovitise profiil ja samm.
	b) Paigalduse ja kinnitusdetailide kirjelduse puudumine: kinnitusvahendite tüüp näidistootena ja kogused täpsustamata.
	c) Konstruktsioonide lahendused täpsustamata: näiteks juurde laotava seiniosa kõrgus ja materjal, tuulutusvahe roovitise lahendus joonisel kajastamata, ol.ol konstruktsioon täpsustamata.
2) Vormistus	
	27%
Näited korduvatest vigadest:	a) Tingmärgid, selgitused ja mõõdud: näiteks plaanil eristatud konstruktsioonide tingmärkide selgitused, märkustes puudub selgitus joonisel näidatud viite kohta, kõrgusmärgid ja avamõõtmed.
	b) Joonistel paiknemised puudu, peamiselt õhuvõtu restid/avad märkimata
	c) Segane lause või mõiste: näiteks "täiesti kuiv" puit või "kombineeritud sõrestik".
3) Lahendus vale/ebavajalik	
	15%
Näited korduvatest vigadest:	a) Vastavus standardile või Kredexi nõuetele: näiteks välisseina soojuslähivus või välisseinad ei ole soojustatud vajalikes piires.
	b) Ebavajalik materjali kasutamine näiteks tuuletõkkeplaadi kasutamine, kui tarindit ei soojustata.
4) Tehnilised näitajad	
	10%
Näited korduvatest vigadest:	a) Materjalide täpsete värvitoonide puudumine: Caparoli kaardi järgi või metallil RR või RAL-i järgi.
	b) Materjalide soojusjuhtivused puudu
5) Paigaldus või kinnitusviis vale või puudub	
	10%
Näited korduvatest vigadest:	a) kinnituslahendused puitkonstruktsioonidel: näiteks kiilankrute kasutamine, mis ei ole sobilik puitkonstruktsioonil või täpsustamata PIR soojustuse kinnitus puidust seinale.
	b) Kinnituse meetod täpsustamata: näiteks kuidas ankurdatakse kergplokk ol.ol parapetipaneelile
6) Dokumentide informatsiooni ühilduvus	
	4%
Näited korduvatest vigadest:	a) Konstruktsiooni kirjeldused joonistel ja seletuskirjas erinevad.
	b) Värvitoonid seletuskirjas ja joonistel erinevad.

Tabel 6. Arhitektuuri vead vundamendil

Vundament	
1) Lahendus täpsustada	
	31%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Puuduliku infoga lahendused: nagu tsementkiudplaatide ja vuukide lahendused, fassaadiplaadi tagune tuulutus, sokli soojustuse ulatus, ol.ol konstruktsioonid täpsustamata, sokli lõpetusploki profiil ja kinnituslahendus täpsustada, kinnitusvahendite kogus.</p> <p>b) Konstruktsiooni kirjeldused vigased: näiteks piirdekonstruktsiooni kirjeldus ebaselge, vajalik oleks sellele esitada vastavad tüübid SS-1 ja VS-1 jne.</p>
2) Vormistus	
	21%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Mõõdud: näiteks sillutisriba põhimõõdud (laius ja paksus), sokli soojustuse tingmärk, sokli kõrgusmärk, sokliplaadi tooni kood, kasutatavate puitprusside mõõdud, killustikualuse paksused.</p> <p>b) Ebaselged laused: näiteks märkus maapinnast soojustada kuni 2m kõrguseni mineraalvillaga või soklilauda mitte katta kogu ulatuses plekiga, plekk paigaldada mastiksiga tuulutuspilusse.</p>
3) Lahendus vale/ebavajalik	
	15%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Külmakerkega seotud lahendused: näiteks lahendatud 1m pikkuste eraldiseisvate plaatidega sillutisriba, trepi vundamendid ei ole kaitsnud külmakergete eest, sillutisriba all puudub soojustus.</p> <p>b) Konstruktsiooni kirjeldused vigased: näiteks piirdekonstruktsiooni kirjeldus vigane, vajalik oleks sellele esitada vastavad tüübid SS-1 ja VS-1 jne.</p> <p>c) Valed lahendused: EPSi paigaldamine puitprusside vahele (ei ole õhutihe ega energiatõhus), soojustusplaadi peal liiva- või killustikukihi tihendamise nõue.</p>
4) Tehnilised näitajad	
	11%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Puudulik informatsioon materjalidel: näiteks hüdroisolatsioonil parameetrid, vuugitihendusmaterjal, aluspinna nõuded (tihendamine, fraktsioon jne), EPS perimeetrile survetugevuse näitaja või kogu konstruktsiooni soojusjuhtivus.</p>
5) Paigaldus või kinnitusviis vale või puudub	
	10%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Näiteks sokli soojustuse kinnitamine hüdroisolatsioonile mehaaniliste kinnitustega, XPS aluspinnale kinnituslahendus puudu, puitkarkassi kinnitamine EPS külge spiraaltüüblitega.</p>
6) Lahendus puudub	
	8%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Näiteks krohvikihi armeerimine, sokli hüdroisolatsiooni paigaldamine ja tüüp, soojustamine valguskastide juures.</p>
7) Dokumentide informatsiooni ühilduvus	
	4%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Erinev või puudulik info jooniste ja seletuskirja vahel.</p>

Tabel 7. Arhitektuuri vead rõdudel

Rõdud		
1) Lahendus täpsustada		24%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Rõdupiirde lahendused: näiteks klaaspiirete klaasi jaotus, teraskonstruktsiooni spetsifikatsioonid, puidust piirete viimistlused.</p> <p>b) Rõdude fikseerimine seina külge segaselt seletatud, olemasolevate kinni ehitatud rõdude akende lammutus kirjeldamata, olemasolevate olukorda pole piisavalt kirjeldatud jääb tööde maht segaseks.</p>	
2) Lahendus puudub		21%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Rõdupõrandate lahendus puudu: näiteks ei ole antud rõdu põranda viimistlusele lahendust ning ka sademevete ära juhtimise lahendust.</p> <p>b) Joonised puudu: näiteks rõdu ülemine kinnitussõlm, sõlmalahendus rõdupiirdest, rõdupõranda sõlm koos rõduukse paigaldusega.</p>	
3) Tehnilised näitajad		17%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Rõdupiirde ja põranda materjalide tehnilised näitajad puudu: näiteks metallpiirete värvi nõuded, piirde klaaside info, põrandamaterjalide info ja kasutatav hüdroisolatsiooni näitajad.</p>	
4) Lahendus vale/ebavajalik		14%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Rõdude ukseõlm vale: näiteks ukse veeplekk liiga pika etteastega, et peale astudes plekk murdub, hüdroisolatsioon ei ole viidud veepleki alla ja vineeri peale.</p>	
5) Vormistus		11%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Vaadatel lõigetel puudu kõrgusmärgid rõdudel ja nende piiretel, konstruktsioonide tüübitähised puudu joonistel ning projekteeritud rõdu varikatus või rõdu väljaulatuv osa joonisel kajastamata.</p>	
6) Paigaldus või kinnitusviis vale või puudub		7%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Rõdupiirete kinnituse lahendused ning vajalikute kinnituselementide kirjeldused ja kogused puudu.</p>	
7) Dokumentide informatsiooni ühilduvus		6%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Lõigetel ja seletuskirjas esitatu ei lähe omavahel kokku.</p>	

Tabel 8. Arhitektuuri vead väiksema osakaaluga konstruktsioonidel

Trepikoda	
Näited	1) Viimistluse ja materjalide nõuded: tihti on jäetud lisamata näiteks käsipuude detailne info ning seinte, põrandate ja lagede viimistlused.
korduvatest vigadest:	2) Ebapiisavad lahendused: näiteks käsipuude kirjeldus täiesti puudu, joonistel käsipuude korrektne paigutus ja mõõtmed puudu või on antud ebapiisav töömahu kirjeldus näiteks "trepikäsipuude ja -mademetete uuendamine".
Varikatuse	
Näited	1) Detailide ja tehniliste spetsifikatsioonide puudumine: näiteks varikatuste plekkide mõõtmed või profiilid, vihmaveesüsteemide mõõdud, betoonkonstruktsiooni osade pinnaviimistlus ja kvaliteediklassid või varikatuse voodrilaudade viimistlus
korduvatest vigadest:	2) Puudulikud lahendused: näiteks varikatuse liitumise sõlm fassaadiga, varikatusel veeäravool ja kaldenõuded.
Väliruum	
Näited	1) Puudulikud lahendused: näiteks on ebapiisavalt või üldse mitte kirjeldatud krundisisesid tehnorajatisi, ebapiisavalt kirjeldatud taastatava haljastusega seonduv (kasvumulla kihi paksus, murukülvi tihedus jne).
korduvatest vigadest:	2) Jooniste vormistus ja paiknemised: plaanidel puuduvad tihti nõuetekohased mõõdud ning krundil olevaid trasse ja kommunikatsioonid ebapiisavalt või üldse mitte kirjeldatud.
Pööning	
Näited	1) Enamjaolt jäetakse lahendamata või piisavalt täpsustamata pööningul käiguteede, ventilatsioonikambrite ja luukide mõõtmed ja konstruktsioonidetailid või ei kajastata joonistel
korduvatest vigadest:	näiteks pööningu redeli või luugi asukohta ja nende detailset infot.

4.3 Küte ja ventilatsioon

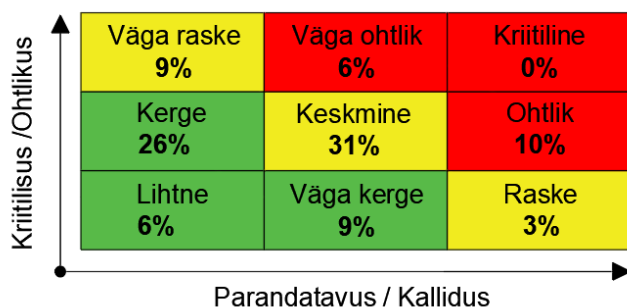
Küte ja ventilatsioon on kõikide projektiosadega võrreldes teisel kohal vigade ja ebatäpsustuste mahu poolest, moodustades 13% kõikidest märkustest. See on väga oluline projektiosa, millega tagatakse hoones sobiv keskkond inimestele elamiseks. Värske õhk ja optimaalne temperatuur on elukeskkonna kõige määravamad tegurid, mille pikaajaline mittesobivus võib kahjustada tervist [49].

4.3.1 Küte ja ventilatsiooni üldisemad tulemused

Vigade ja ebatäpsustuste maht on jaotunud üsna võrdselt jooniste 49% ja seletuskirja 45% vahel, ning ainult 6% on tehtud muudel dokumentidel. Muudeks dokumentideks on loetud erinevad tabelid ja tehtud arvutused. Vigade tüüpide puhul esines kõige rohkem olukordi, kus projektist puudus vajalik informatsioon 40%, seejärel juba esitatud lahendustes olevad vead 32%, ning viimaseks projektis esitatud puudulik informatsioon 28%.

Vea olulisuse järgi tekkis kõige rohkem vigu keskmise raskusastmega grupis 43%. Sellisteks vigadeks on liigitatud näiteks olukorrad, kus katuse plaan puudub, toimimisskeem ja juhtimise kirjeldus puudub või erinevate konstruktsiooni osade ristumised lahendamata. Mahult teiseks tulid raskusastmelt lihtsad ehk väikesed ja kerged

vead 41%, mis on üldjuhul seotud vormistusega ja kergemate täpsustust vajavate olukordadega. Viimases, kõige ohtlikumas kategoorias, tekkis vigu ja puudusi 16%. Enamjaolt siin kategoorias tehtud vead on seotud tuleohutusega või mõne olulisema lahenduse ja arvutusega, mis on valesti koostatud. Joonis 9 järgi saab öelda, et küte ja ventilatsiooni osas tehtud vead või puudused on suurema mõjuga hoone toimivusele ning on pigem lihtsamini ja mitte nii kallilt parandatavad.



Joonis 9. Küte ja ventilatsiooni osa märkuste olulisus protsentides

4.3.2 Küte ja ventilatsiooni tüüpilised vead

Küte ja ventilatsiooni põhilisteks probleemideks renoveerimisprojektides on puuduvad 48% ja valed 19% lahendused. Kõige tüüpilisemad puuduvad lahendused on näiteks ventilatsiooniseadme toimimisskeemi ja juhtimise kirjelduse puudumine, tuleohutusega seotud lahendused, tehnilised andmed või puuduv mürasummutuse arvutus. Valedeks lahendusteks saadi näiteks vale dimensioneerimine, valede algandmetega arvutamine või on teiste konstruktsiooni osadega ristumised valesti lahendatud. Sarnaseid probleeme ja vigu on leidnud ka Heli Tammemägi lõputöö kirjanduse ülevaates, kus ta tõi välja küte ja ventilatsiooni projektides tehtud vead: puudulikud, lõpetamata või valesti tehtud tehnosüsteemide arvutused või vead algparameetrite valimisel [50]. Küte ja ventilatsiooni tüüpilised vead ja puudused on toodud Tabel 9.

Tabel 9. Kütte ja ventilatsiooni tüüpilised puudused ja vead

Kütte ja ventilatsioon	
1) Lahendus puudub	
	48%
Näited	a) Tuleohutus: enamasti on jäetud lahendamata ventilatsiooniseadmete seiskumine tulekahju korral ning puuduvad tuletõkkeklapid.
korduvatest	b) Puuduvad ventilatsiooniseadme toimimisskeem ja juhtimise kirjeldus.
vigadest:	c) Tüüpilised lahendused puudu: õhuvahetus kõikides korterites, õhuhulkade tabel, mürataseme arvutus, ruumide sisetemperatuur või mõnes ruumis sissepuhe ja väljatõmme projekteerimata.
2) Lahendus vale/ebavajalik	
	19%
Näited	a) Vale dimensioneerimine ja tooted: näiteks vale välisõhu temperatuur ventilatsiooniseadmete võimsuse arvutamisel, kaitseklapi rõhu liiga kõrge seadistus, puudulikud või ebakohased kompensatorid ja ventiilid süsteemi eri osades, vale torustiku diameeter.
korduvatest	b) Mürasummutus ja õhuvahetus: näiteks õhuhulkade või müraarvutuse mittevastavus Kredexi nõuetele.
vigadest:	c) Konstruktiivsed lahendused: Näiteks väljatõmme projekteeritud kamina suitsutoruga samasse lööri, torustike vähene isoleerimine väliskeskkonnas.
3) Lahendus täpsustada	
	15%
Näited	a) Komponentide täpsustamine: ebapiisavad täpsustused reguleerklappide, siirdeõhurestide, mürasummutite ja nende paigaldusdetailide (suurused, asukohad, isolatsioon) osas.
korduvatest	b) Projekteeritud asukohad ja ristumised: näiteks täpsustamata kas ventilatsioonitorud mahuvad projekteeritud kohta (näiteks šahti) ära või täpsustamata ristumised kanalisatsioonipüstakuga, küttetorudega, muu konstruktsiooni osaga (näiteks akna sillusega).
vigadest:	
4) Vormistus	
	11%
Näited	a) Viited erinevatele kehtetutele standarditele ja määrustele.
korduvatest	b) Ebapiisava detailsusega joonised: näiteks puuduvad joonistelt tähistused, ruumide nimetused, ruumide sise õhutemperatuurid või üldiselt joonised halvasti loetavad.
vigadest:	
5) Dokumentide informatsiooni ühilduvus	
	5%
Näited	a) Joonistel ja seletuskirjas olev informatsioon ei ühti üksteisega, näiteks väljatõmbesüsteemid erinevad, soojusvaheti temperatuurid, väljatõmbe õhuhulk jne.
korduvatest	b) Probleeme ka kütte ja ventilatsiooni projektide ühilduvusega arhitektuuri ja energiatõhususe projektidega.
vigadest:	
6) Paigaldus või kinnitusviis vale või puudub	
	2%
Näited	a) Puuduvad kirjeldused ja sõlmed ventilatsioonikanalite kinnituse skeemid fassaadile, soojustuse sees või torude läbimine rõdudest.
korduvatest	
vigadest:	

4.4 Peaprojekteerimine

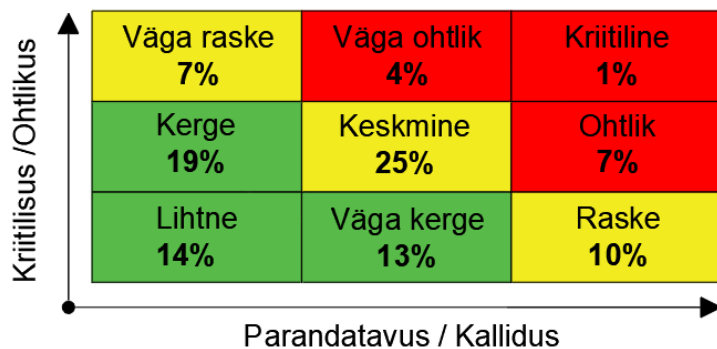
Peaprojekterija vastutab ehitise projekti terviklikkuse ja projektiosade ühilduvuse eest, olles tellijaga kontaktis ja koordineerides tema nõudeid projektis. Peaprojekteerimise vigu esineb 8% kõikidest kontrollitud märkustest.

4.4.1 Peaprojekteerimise üldisemad tulemused

Peaprojekteerimise vead ja puudused esinevad peamiselt seletuskirjas 79%, sest nemad ei koosta otseselt jooniseid. Sellegipoolest liigituvad osad vead ka jooniste alla 17%, sest peaprojekterija peab vastutama ehitise projekti terviklikkuse ja nõuetele vastavuse eest.

Osadelt joonistelt ei olnud võimalik üheselt mõista projekti alla kuuluvat tööde ulatust, ehk joonised ei olnud põhiprojekti staadiumile vastavad. Ülejäänud vead liigitusid muude dokumentide alla 4%, milleks on erinevad töömahtude tabelid. Vea tüübi puhul saadi tulemuseks 60% "viga", 24% "info puudub", 13% "puudulik info" ja 3% juhtudest puudusid joonised.

Vea olulisusest sõltuvalt ilmnis kõige rohkem kergeid vigu ja puudusi 46%, näiteks vormistusega või viimistlusega seotud lahendused. Keskmise raskusastmega vigu tekkis 42%, mis on mõnevõrra kriitilisemad ja keerulisemad puudulikud ja puuduvad lahendused. Kõige ohtlikuma raskusastmega probleeme tekkis 12%, milleks on puudulikud ja puuduvad lahendused või ebaselged töömahud, mille parandamata jätmine mõjutaks oluliselt hoone toimivust ning oleksid hilisemas ehitusfaasis keerukalt ja kallilt parandatavad.



Joonis 10. Peaprojekteerimise märkuste olulisus protsentides

4.4.2 Peaprojekteerimise tüüpilised vead

Peaprojekteerimise tüüpiliseks probleemiks ilmnis projekti osade ühilduvus, vormistusvead, puudulikud lahendused ja täiesti puuduvad lahendused. Täpsemalt on tüüpiliste vigade sisu ja maht välja toodud Tabel 10. Teisi veagruppe peaprojekteerimise alla ei liigitatud, sest joonised ja lahendused koostab arhitekt, millega kaasnevad vead nagu tehnilised näitajad ja paigaldus- või kinnitusviisid liigituvad arhitektuuri projektiosa alla. Erinevate projekti osade ühilduvus on peaprojekteeri vastutus, mida ka siin rõhutati, kuid ühe projektiosa dokumentide vahel oleva informatsiooni ühilduvuse eest vastutab ikka vastav projektiosa.

Tabel 10. Peaprojekteerimise tüüpilised puudused ja vead

Peaprojekteerimine	
1) Projekti osade ühilduvus	
	35%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Energiatõhususe arvutuses kasutatavad soojuslähivuse andmed ei ole arhitektuuri projektiosaga kooskõlas.</p> <p>b) Samuti tekib erinevusi arhitektuuri projektis oleva köetava pinna suurustega ning ventilatsiooni ja küttesüsteemide osal erinevusi tehniliste andmetega</p>
2) Vormistus	
	29%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Standard ja spetsialisti kutsetunnistus: Vormistuse kohapealt tuli palju ette viiteid kehtetutele standarditele ja määrustele ning puuduvad spetsialistide kvalifikatsiooni andmeid ja allkirju.</p> <p>b) Eksitav või ebaselge lause ehitus või termin: Mõne lausega ei ole info edasi antud üheselt mõistetavana või kasutatakse valesid termineid mis pole antud projekti puhul asjakohased.</p>
3) Lahendus täpsustada	
	26%
Näited korduvatest vigadest:	a) Puudulikud tööde mahud ja kirjeldused lahendustel: Jäetud täpsustamata või detailselt kirjeldamata erinevad lahendused, mille puhul ei ole võimalik teada saada täpset tööde mahtu või üldse projekti ulatust.
4) Lahendus puudub	
	10%
Näited korduvatest vigadest:	a) Projektdokumentatsioonist puuduvad rajatavate konstruktsioonide lahendused või töömahtude ulatuse kirjeldused ja selgitused projektis.

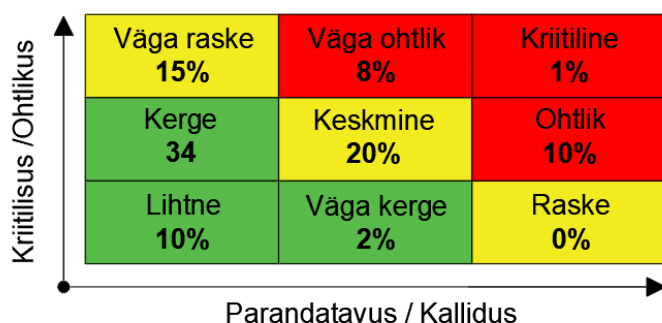
4.5 Energiatõhusus

Energiatõhususe maht ning vigade hulk võrreldes teiste projektiosadega on üsna väike, moodustades ainult 4% kõikidest projektiosadest. Sellegipoolest on siin tehtavad vead on olulised, sest energiatõhusus tagab osaliselt hoone lahenduste vastavuse KredExi rekonstrueerimistoetuse saamisel olevatele nõuetele.

4.5.1 Energiatõhususe üldisemad tulemused

Energiatõhususe projektiosa on vormiliselt ainult seletuskiri ja eraldi energiaarvutused, seega eraldi dokumentide liigitamist siin ei tehtud. Vea tüübi järgi vaadates tekkis energiatõhususes kõige rohkem vigu 58%, näiteks arvutus on valesti tehtud või valed algandmed esitatud. Järgmisena tulid probleemid puuduva informatsiooniga 28% ja viimaseks puuduliku infoga 14%, kus ei olnud piisava täpsusega informatsiooni esitatud.

Vea olulisuse järgi on enamus vigu liigitatud lihtsate ja kergete vigade hulka 46%, näiteks puuduvad täpsustused ja ebaselgused andmete puhul. Keskmised ehk natuke kriitilisemad vead moodustasid 35%, näiteks projekti osade ühilduvusega seotud vead või puuduvad lähteandmed. Kõige ohtlikumas kategoorias tekkis 19% vigu, milleks on enamasti valesti koostatud energiaarvutused. Energiatõhusus on ehitise projekti puhul suure tähtsusega, seega on ka siin enamus vigu pigem kriitilise olulisusega hoone toimivusele.



Joonis 11. Energiatõhususe osa märkuste olulisus protsentides

4.5.2 Energiatõhususe tüüpilised vead

Põhiliseks probleemiks energiatohususes on puudulikud lähteandmed ning nende tõesus. Sageli jääb selgusetuks, kust teatud andmed on võetud, näiteks kasutatakse tehnilisi andmeid mida arhitektuurses projektis kajastatud ei ole. Teiseks suureks probleemiks on energiaarvutustes kasutatud valed või puuduvad algandmed või valesti tehtud arvutused, kus on arvesse võetud ebavajalikke või vastupidi, et ei ole arvesse võetud vajalikke konstruktsioone ja nende andmeid. Sellisteks näideteks saab tuua energiaarvutused, kus ei arvestatud rõdu välisseina soojuslähivusega või osaliselt alles jäävate olemasolevate akendega. Samaselt ka juhtum, kus energiaarvutuses on arvutatud koos keldri välispiiretega, kui kelder ise on kütmata. Täpsemalt on vea tüüpide kaupa korduvad vead energiatohususes välja toodud Tabel 11.

Tabel 11. Energiatõhususe tüüpilised puudused ja vead

Energiatõhusus	
1) Lahendus täpsustada	
	38%
Näited	a) Arvutuste puudulikud lähteandmed, näiteks kõikide seinatüüpide andmed, vajalikud mahud ja tehnilised näitajad.
korduvatest vigadest:	b) Kasutatud lähteandmete tõesus, näiteks hoone õhulekearv ei vasta määruses toodud väärtustele või arhitektuurses projektis pole kajastatud tehnilisi andmeid mida on kasutatud energiamärgise arvutuses, ehk jääb algandmete päritolu selgusetuks.
2) Lahendus vale/ebavajalik	
	36%
Näited	a) Valesti koostatud arvutused: näiteks energiamärgise, soojuslähivuse ja külmasilla arvutused. Põhjuseks valed algandmed või vajalike komponentide mitte kaasamine arvutusse. Arvutustes esineb ka vigu kütte ja ventilatsiooni seadmete tüüpide või võimsuste ja nende mõjuga energiakulule.
korduvatest vigadest:	
3) Vormistus	
	16%
Näited	a) Põhilised vead vormistuses on puuduv ehitusaasta, kasutusotstarve, vale aadress või mõni lause ebaselge ning puudub selgitus.
korduvatest	
4) Lahendus puudub	
	10%
Näited	a) Kõige rohkem puudus suvise ruumiõhutamperatuuri kontroll, lisaks sellele ka kütte ja vent graafikud (näiteks küttegaafik ja vent. Vesikalorifeeri temp. graafik) ja päikesepaneelide projekt.
korduvatest	

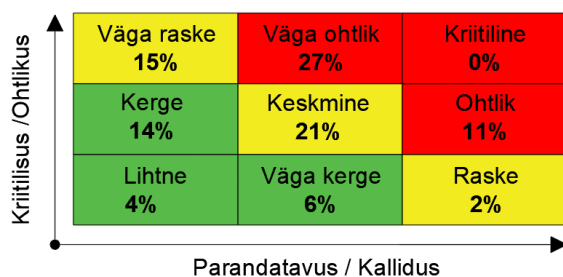
4.6 Tuleohutus

Tuleohutus on ehitise projektides eraldi seisev projektiosa, mille peab koostama või kooskõlastama füüsiline isik, kellel on tuleohutuseksperdi kuuenda taseme kutsetunnistus. See tähendab, et tuleohutuse osa koostab tuleohutuseksperit koostöös arhitekti ning kütte ja ventilatsiooni spetsialistiga. Antud projektiosas leitud vigade maht on juba kajastatud ka arhitektuuri ning kütte ja ventilatsiooni projektiosas, kuid tuleohutus on projektis oluline osa, seega analüüsitakse kõiki tuleohutusega seotud vigu siin eraldi täpsemalt. Tuleohutusega seotuid vigu ja puudusi tekkis 5% kõikidest analüüsitavatest ekspertiisi märkustest.

4.6.1 Tuleohutuse üldisemad tulemused

Tuleohutusega seotud vead liigitusid 65% ulatuses arhitektuuri projektiosa alla ning 30% ulatuses küttesse ja ventilatsiooni. Dokumentide puhul liigitusid kõik tuleohutusega seotud vead üsnagi võrdselt, kus 53% vigadest on seletuskirjas ning 47% joonistel. Vea tüübist sõltuvalt ilmnis 40% "viga", 33% "puuduv info" ning 27% "puudulik info".

Vea olulisuse järgi esines kõige ohtlikumaid vigu ja puudusi 38% juhtudest. Need on peamiselt valed tulepüsimis nõuded, põlemiskoormused ja puuduv lahendus ventilatsiooni väljalülitamisel tulekahju korral. Keskmise olulisusega grupis tekkis vigu ja puudusi 38%. Siia kuuluvad mõne võrra kergemad ja väiksemad probleemid, näiteks puuduv nõue korterite suitsuandurite olemasolust, täpsustamata tulekindel aken või täpsustamata suitsuäratusakende avamise lahendus jne. Kõige leebemas ja kergemas kategoorias tekkis probleeme kõige vähem, 24% juhtudest. Need on peamiselt vormistuse või puuduliku kirjeldusega seotud probleemid, nii joonistel kui ka seletuskirjas.



Joonis 12. Tuleohutuse osa märkuste olulisus protsentides

4.6.2 Tuleohutuse tüüpilised vead

Kõige tüüpilisemad vead on puuduvad lahendused, millest enamik on seotud ventilatsiooniseadme seiskumisega tulekahju korral ja akende avamisega suitsuäratuseks. Seejärel erinevad puuduvad konstruktsioonide tulepüsivuse lahendused, nagu kandevkonstruktsioonide tulepüsivus pööningul, kollektorkastide ja lõõride tuleohutus või puuduvad tuletõkkeklapid. Järgmiseks vea grupiks tulid vormistusega seotud probleemid, milleks on joonistelt puuduvad tuletõkkesektsioonide tähistused, väärtused ja asukohad ning hädaväljapääsude asukohad. Kolmandaks grupiks tulid vale lahendused, kus esines probleeme nõuetele mittevastavusega, näiteks on keldrikorruse ja trepikoja tuletõkkesektsiooni tulepüsivus vale, vale tulepüsivusega ukse valik või mõne üksiku vea näitel tulepüsiva ukse paigaldamine põleva puitraami sisse. Viimaseks ja mahult väiksemaks grupiks on täpsustamata lahendused, kus peamiselt on täpsustamata jäetud erinevate konstruktsioonide tulepüsivusnõuded.

Tabel 12. Tuleohutuse tüüpilised puudused ja vead

Tuleohutus	
1) Lahendus puudub	32%
Näited korduvatest vigadest:	<p>a) Lahendamata on ventilatsiooniseadmete seiskumine tulekahju korral ja puudub lahendus ka suitsueemalduse kohta.</p> <p>b) Konstruktsioonide tulepüsivus lahendamata, ehk ei ole kirjeldatud kuidas tagatakse teatud konstruktsioonile esitatud tulepüsivuse nõue.</p>
2) Vormistus	26%
Näited korduvatest vigadest:	a) Jooniste vormistus tuleohutusega seos, näiteks joonistele ei märgita tuletõkkesektsioone, hädaväljapääsude asukohtasi või ei ole märgitud teatud konstruktsioonide tulepüsivuste väärtusi.
3) Lahendus vale	25%
Näited korduvatest vigadest:	a) Nõuetele mittevastavus, lahendused mis ei vasta tuleohutusega seotud määrustele ja seadustele.
4) Lahendus täpsustada	17%
Näited korduvatest vigadest:	a) Täpsustamata erinevad tuleohutus nõuded, nagu näiteks korterite vaheliste piirete tulepüsivusnõuded, tuletõkkesektsiooni piiride tulepüsivus, keldri ja pööningu tuletundlikkused jne.

4.7 Kandekonstruksioon

Kandekonstruksiooni projektiosas mõeldakse erinevaid koormustega seotud arvutusi ja lahendusi, mille lahendamine nõuab ehitusinseneri oskusi.

4.7.1 Kandekonstruksiooni üldisemad tulemused

Kandekonstruksiooni projektiosas on kõige vähem vigu ja puudusi, kõikide kontrollitud märkuste peale esines siin probleeme kõigest 1%. Vigade asukohad dokumentidel on seletuskirja ja jooniste vahel väga võrdselt jaotunud ning vea tüübist sõltuvalt on vigu ja puuduvat infot esinenud mõlemat 38% ja puuduliku infot 24%.

Vaatamata vigade vähesele hulgale antud projektiosas, on siin tehtud kõige rohkem ohtlikuid ja kriitilisi vigu 51%. Olulisuse järgi keskmise raskusastmega probleeme tekkis 41% ja kõige lihtsamaid 8%.

4.7.2 Kandekonstruksiooni tüüpilised vead

Kandekonstruksiooni tüüpilisteks vigadeks on:

1. Armeeringu ja kaitsekihi nõuete puudumine või ebapiisavus: näiteks ei ole kajastatud armeerimise lahendusi joonistel, puudub sarruse kaitsekiht või on kaitsekiht liiga õhuke. Selliseid vigu tehti peamiselt trepil ja soklil, mõni üksik juhul ka sillusel või garaaži betoonpõrandal.
2. Puudulik või puuduvad koormusarvutused: näiteks ventilatsiooniseadme raskusest katuselae kandevõime puudulik kontroll ja vajalik lahendus selle tagamiseks. Ette on tulnud olukordasid, kus ei ole päikesepaneelide raskust arvesse võetud kandevõimes või on kandevõime kontrollis kasutatud vale lumekoormuse lähteandmeid.
3. Puuduvad või valed pinnasenõuded panduse puhul: näiteks on ühe panduse killustikalusele nõue liiga suur ehk ebavajalik (140MPa) või mõnel vajalik lahendus esitamata.

5. KONTROLL-LEHT PROJEKTEERIMISE VIGADE TEKKE MINIMEERIMISEKS

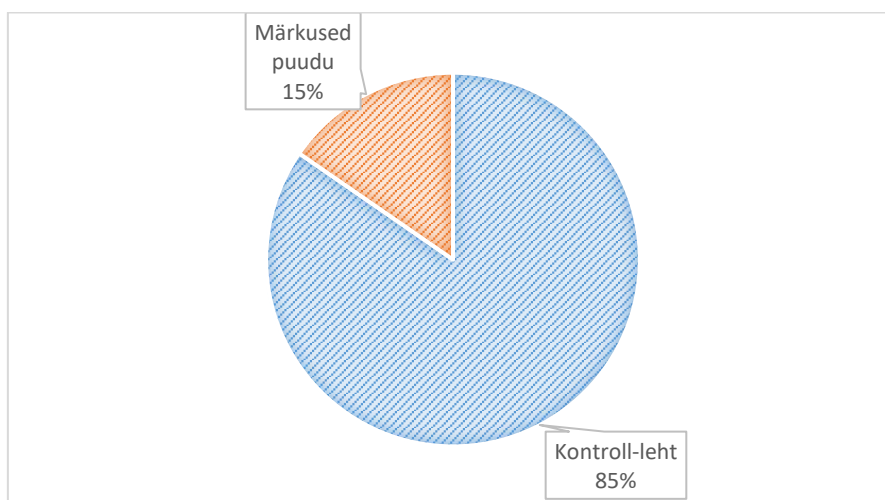
5.1 Kontroll-lehe koostamine

Tulenevalt ainekavale on minu kontroll-leht koostatud eelkõige arhitektuuri-ehituslikule osale. Kontroll-lehe koostamise meetodika on rakendatav ka teistele projektiosadele nagu küte, ventilatsioon jne. Antud kontroll-leht koostatakse arhitektuuri, peaprojekteerimise, kandekonstruksiooni, tuleohutuse ja energiatõhususe tüüpiliste vigade põhjal.

Kontroll-lehe eesmärgiks on tõsta korterelamute renoveerimisprojektide koostajate teadlikust sellistes projektides tuvastatud kitsaskohtadest ja tüüpilistest vigadest. Selleks kasutati kontroll-lehe koostamiseks eelnevas peatükis toodud ekspertiiside analüüsi tulemusi, mis annavad ülevaate tüüpilistest vigadest. Koostatud kontroll-leht on esitatud lisas 1.

5.2 Kontroll-lehe toimivuse tulemused

Viie ekspertiisi peale tuli kokku 234 märkust, mille põhjal testiti kontroll-lehe toimivust. Kontrollis kasutatud ekspertiisid ja märkused on kõik uued võrreldes süvaanalüüsiks kasutatud ekspertiisidega. Kontrollis kasutatud ehitise projektide vigadest ja puudustest 85% oli kirjeldatud ja välja toodud juba kontroll-lehes ning 15% olid vead ja puudused, mida antud kontrollnimekirjas ei ole kajastatud (Joonis 13).



Joonis 13. Kontroll-lehe toimivuse testimise tulemused protsentides 5 ekspertiisi peale kokku

Vaadates kontroll-lehe toimivust iga ekspertiisi puhul eraldi, saadi selle toimivuse vahemikuks 81-89%. Seega renoveerimisprojektides on ligikaudu 85% tehtavatest vigadest on tüüpilised vead, mida oleks lihtne ära hoida lihtsalt nendele tähelepanu pööramisega.

	Ekspertiis 1	Ekspertiis 2	Ekspertiis 3	Ekspertiis 4	Ekspertiis 5
Kontroll-leht	88%	86%	83%	81%	89%
Märkused puudu	12%	14%	17%	19%	11%

Tabel 13. Kontroll-lehe toimivuse testimise tulemused ekspertiisidel eraldi

234 ekspertiisi märkuse hulgas olid 36 vead ja puudused mida kontrollnimekiri ei kajastanud, need jagunesid järgmiselt:

- Vormistus 21 viga, millest enamus on vead seoses joonistel olevate mõõtude, tingmärkide või viidetega.
- Tehniline lahendus 7 viga, milleks on puudulikud, puuduvad või vigadega lahendused erinevate konstruktsioonide puhul.
- Tuleohutus 5 viga, milleks on puuduvad lahendused, näiteks puudus info suitsuandurite paigalduse kohta või hädaväljapääsu lahendusest.
- Projekti osade ühilduvus 3 viga, milleks on joonistel ja seletuskirjas konkreetse lahenduse või detaili kohta käiv erinev informatsioon.

Ekspertiisi märkused projekti vigade ja puuduste kohta, mis on kontrollnimekirjas kirjeldatud ja väljatoodud jagunevad projektiosade vahel järgnevalt:

- Arhitektuur 61%, kus 31% vigadest olid avatäidetes, katusel 19%, vundamendil 16% ja välisseinal 12%.
- Peaprojekteerimine 17%
- Tuleohutus 16%
- Energiatõhusus 5%
- Kandekonstruktsioon 1%

6. TULEMUSTE HINDAMINE

6.1 Tulemuste tähendus

Uurimistöö käigus analüüsitud andmed ja kogutud tulemused annavad olulist teavet korterelamute renoveerimisprojektide piisavast või ebapiisavast mahust ning detailsusest, lisaks projektides tehtud vigade iseloomust ja nende sagedusest.

Analüüsi tulemused näitavad, et enamus renoveerimisprojektides tehtud vigadest on sarnased ja korduvad vead, mis esinevad mingil määral kõikides projektides. See viitab mõnele konkreetsele probleemile, millest tulenevalt mitmed erinevad projekteerijad sarnaseid vigu kordavad. Selliste vigade ja puuduste tekkimise põhjust antud uurimistöö ei uurinud, kuid vastavalt kirjanduse ülevaatele ja oma teadmiste tuginedes võib mitu sellist probleemi välja tuua, nagu näiteks:

- Renoveerimisprojekti keerukusest tulenevalt projekteerijate vähesed teadmised ja kogemused sellistes projektides.
- Projekti koostamisel tekkiv ajapuudus, millest tulenevalt ei pühendata piisavalt aega projekti lahenduste detailsusele ja õigusaktide nõuetele vastamisele.
- Standardite ja õigusaktide ebatäpsus, nende mahu ebapiisavus või kirja pandud teksti keerukus, millest tulenevalt võidakse esitatud teksti sisu tõlgendada erinevalt.

Olenevalt selliste vigade ja puuduste tekke algpõhjusest on võimalik tüüpilisi vigu projektides vähendada, millele ka antud uurimistöö on pühendunud. Selleks on koostatud 85% toimivusega kontroll-leht renoveerimisprojektides tüüpiliste vigade kontrollimiseks.

6.2 Tulemuste kasutegur

Uurimistöö analüüsist saadud tulemused annavad hea ülevaate edasisteks uuringuteks, nagu näiteks ehitusstandardite või õigusaktide analüüsiks. Lisaks pakuvad tulemused märkimisväärset panust korterelamute renoveerimisprojektide kvaliteedi parandamisel.

Korterelamute renoveerimisprojektides leitud tüüpiliste vigade ja puuduste põhjal on võimalik kontrollida ja analüüsida standardites ja õigusaktides nende konkreetsete vigade ja puuduste kohta käivaid juhiseid ning nõudeid. Kontrollida, kas juhised ja nõuded on asjakohased ning üheselt mõistetavad või tuleb luua tüüpiliste vigade kohta täiendavaid

nõudeid ja juhendeid. Selle tulemusena tõstetakse ehitise projekti kvaliteeti ja vähendatakse ehitise projektides tekkivaid vigu.

Teisalt annab uurimistöös tuvastatud tüüpvigade teadvustamine ja spetsiaalselt koostatud kontroll-lehe kasutamine inseneridele ja projekteerijatele võimaluse neid vigu tulevikus vältida, mis viib efektiivsemate ja ökonoomsemate renoveerimisprojektide teostamiseni. Sarnaselt projekteerijatele ja inseneridel, saavad antud tulemusi kasutada ka ekspertiisi koostajad, kes on selle tulemusena teadlikud renoveerimisprojektides tekkivatest tüüpilistest vigadest ja puudustest nende tuvastamiseks ja kontrollimiseks.

Sellise teadlikkuse suurendamine tüüpilistest vigadest ja puudustest renoveerimisprojektides võimaldab vähendada riski, et sellised vead jõuavad projekti tööstaadiumisse. See toob kaasa väiksema võimaluse übertegemiste tekkeks ehitusprojektides ning suurendab tõenäosust, et ehitusprojektid püsivad ettearvestatud eelarve piires, tagades ühtlasi kõrgema ehituskvaliteedi.

6.3 Uuringu nõrgad kohad

Kuigi käesolev lõputöö pakub olulist teavet ja tulemusi renoveerimisprojektides tehtud tüüpiliste vigade ja puuduste kohta, on antud uuringus tekkinud teatud piirangud. Esiteks analüüsi uurimistöö raames piiratud hulka ekspertiiside koostajate töid, mis võib mõjutada tulemuste üldistatavust. Ekspertiiside hulga suurendamine ja erinevate ekspertiisi koostajate tööde kaasamine võib anda täpsema ülevaate renoveerimisprojektides esinevatest tüüpilistest vigadest. Igal eksperdil on oma professionaalne taust ja kogemused, mis võivad mõjutada, milliseid vigu ja puuduseid nad renoveerimisprojektides kõige sagedamini tuvastavad. Seetõttu võib praeguses uurimises kirjeldatud tüüpvigade loetelu olla piiratud ning ei pruugi täielikult kajastada kõiki võimalikke vigu, mis renoveerimisprojektides esineda võivad.

Sarnase tulemuse eelnevalt kirjeldatule annaks renoveerimisprojektide ekspertiiside kontroll ja analüüs, mis tooks välja detailsemalt renoveerimisprojektides tehtud tüüpilised vead. Seepärast, et selliselt kontrollitakse renoveerimisprojektid uuesti läbi ning võidakse leida sealt vigu, mida ekspertiisi koostaja ei ole tähele pannud. Selline uuring annaks informatsiooni, kui palju ja milliste vigadega ehitise projekte jõuavad ehituse tööstaadiumisse.

Viimaseks uurimistöö nõrgaks kohaks on lõputöö koostaja piiratud pädevus teatud valdkondades detailsema analüüsi tegemisel. Sellisteks valdkondadeks on veevarustus ja kanalisatsioon ning tugevool, kus ekspertiisi tehtud märkusi ei analüüsita üldse, vaid kogutakse statistiline teave nende vigade kogusest projektides. Samuti on küte ja

ventilatsioon valdkond, kus lõputöö koostajal on piiratud pädevus, kuid on selles valdkonnas vigu detailsemalt analüüsitud, aga puudub pädevus nende vigade ärahoidmiseks pakkuda lahendust.

6.4 Tuleviku uuringud

Lõputöö raames tehtud uurimus on andnud olulisi teadmisi renoveerimisprojektide tüüpiliste vigade kohta, pakkudes alust edasisteks uuringuteks selles valdkonnas. Edasised uuringud peaksid nüüd keskenduma sellele, miks ja kuidas need vead tekivad, et luua veel detailsemaid ja paremaid meetmeid vigade vähendamiseks ja selle tulemusena tõsta ehituskvaliteeti.

Esimese sammuna oleks vaja teha intervjuusid erinevate projektiosade spetsialistidega, nagu näiteks arhitektide ja inseneridega, et uurida nende kogemusi ja arusaamu leitud tüüpilistest vigadest ja puudustest. See aitaks mõista vigade tekkepõhjuseid, mis võib aidata neid tulevikus vältida.

Tüüpiliste vigade üheks potentsiaalseks tekkepõhjustaja kontrolliks võiks üle vaadata ja analüüsida nende vigade kohta käivad ehitusvaldkonna standardid ja õigusaktid. Selle tulemusena saab näha, kas praegused standardid ja õigusaktid on piisavalt detailsed ja üheselt arusaadavad antud vigade ja puuduste vältimiseks.

KOKKUVÕTE

Käesolev uurimistöö keskendus korterelamute renoveerimisprojektide vigade analüüsile ja kontrollimeetodite väljatöötamisele, et vähendada projekteerimisvigadest tulenevaid probleeme. Uurimistöö käigus analüüsiti 40 renoveerimisprojekti ekspertiisi märkuseid, mille alusel kategoriseeriti vigade esinemine ning koostati kontroll-leht. Tulemuste saavutamiseks otsiti uurimistöös vastuseid kolmele küsimusele:

1. Millised on korduma kippuvad vead renoveerimisprojekti põhistaadiumis?
2. Mismoodi ennetada ja vähendada renoveerimisprojektides tehtuid vigu?
3. Milliseid järeldusi saab teha leitud tulemuste põhjal?

Uurimisküsimustele vastuste leidmiseks kategoriseeriti kõik korterelamute renoveerimisprojektide ekspertiiside märkused seitsmesse erinevasse gruppi, mille tulemusena tekkis selge ülevaade vigade iseloomust, asukohast ja nende sagedusest. Märkuste kategoriseerimiseks kasutati tarkvara ATLAS.TI, mis aitas suurt info hulka sorteerida vastavatesse gruppidesse.

Lõputöös leitud tulemused näitavad, et sõltuvalt projektiosadest on leitud tüüpiliste vigade ja puuduste tüübid erinevad. Arhitektuuri ja energiatõhususe puhul on peamiseks probleemiks ebapiisava detailsusega lahenduste esitamine, mis võib tuleneda piiratud ajafaktorist, projekteerijate motivatsiooni puudumisest, eelarvepiirangutest või projekti keerukusest. Küte ja ventilatsiooni ning tuleohutuse projektiosades tekkis kõige rohkem probleeme esitamata või puuduvate lahendustega, mis näitab projekteerijate ebapiisavat standardite ja õigusaktide järgimist selliste projektide koostamisel või on sellised puudused tekkinud piiratud ajagraafikust tingituna. Peaprojekteerimisel tekkis kõige rohkem vigu projekti osade ühilduvusega, mis on ka selle projektiosa üheks olulisemaks tööülesandeks. Projekti osade ühilduvusega probleemid võivad olla tingitud projektis tekkivate ümbertegemiste või ebapiisava koostöö tõttu.

Süvaanalüüsist saadud tulemuste põhjal koostati kontroll-leht, mille valmistamisel lähtuti projektides kõige sagedamini esinenud vigadest. Kontroll-lehe eesmärgiks on luua praktiline tööriist, mis aitaks vältida projekteerijatel sarnaseid vigu tulevastes projektides ning mille tulemusena tõuseks ka ehituskvaliteet. Lõputöös tehtud testide põhjal näitas kontroll-leht olulist efektiivsust, vähendades renoveerimisprojektides vigade arvu keskmiselt 85%, mis näitab tehtavate vigade ja puuduste analüüsimise olulisust ehitise projektides.

Kirjanduse ülevaatest tuli välja, et projekteerimisvead mõjutavad oluliselt ehitusprojektide kulukust ja efektiivsust, mis näitab ka selliste vigade analüüsi tähtsust ehituskvaliteedi tõstmisel. Kontroll-lehe testi tulemuse järel saab öelda, et korterelamu renoveerimisprojektides tehtavatest vigadest ja puudustest on keskmiselt 85% tüüpilised ja korduvad vead, mida on võimalik ära hoida spetsialistide teadlikkuse tõstmisega. Tüüpilised vead tähendavad seda, et mitmed erinevad projekteerijad teevad samades kohtades sarnaseid vigu. Selline olukord viitab vigade ja puuduste suuremale tekkepõhjusele, milleks võib olla näiteks õigusaktide ebakorrektsus ja ebapiisav detailsus, mis võiks olla ka edasistele uuringutele aluseks.

Lõputöö tulemused kinnitavad, et detailne vigade analüüs ja nende ennetamisele suunatud meetmed, nagu kontroll-leht, võivad oluliselt parandada renoveerimisprojektide tulemusi ja ehituskvaliteeti. Lisaks praktilisele kontroll-lehele toob lõputöö välja ka avalikusele uusi teadmisi renoveerimisprojektides tehtavatest vigadest ja puudustest, mida on võimalik aluseks võtta edasistes uuringutes või kasutada õigusaktide täpsustamiseks.

SUMMARY

This research focused on the analysis of errors in renovation projects in apartment buildings and the development of control methods to reduce problems from design errors. During the thesis, 40 renovation project expertise were analyzed, based on the mistakes occurrence the errors were categorized and a checklist was made. To achieve these results, the research sought answers to three questions:

1. What are the common mistakes in the renovation project?
2. How to prevent and reduce errors in renovation projects?
3. What conclusions can be drawn from the results found?

To find answers to the research questions, all the observations of the expert analyses of renovation projects of apartment buildings were categorized into seven different groups, which resulted in a clear overview of the nature, location and frequency of errors. ATLAS.TI software was used to categorize these observations, which helped to sort the large amount of information into the relevant groups.

The results found in the analyze show that, depending on the project parts, the typical errors and deficiencies are different. In the architecture and energy efficiency, the main problem is the solutions with insufficient detail, what can arise from a limited time factor, lack of motivation for designers, budget constraints or complexity of the project. In the project sections of heating and ventilation and fire safety, the most problems arose with unsubmitted or missing solutions, which indicates insufficient compliance of the designers with the standards and regulations in the preparation of such projects or such deficiencies have arisen due to a limited time frame. Most mistakes made by lead designer were with the compatibility of parts of the project, which is also one of the most important responsibilities of this role. Problems with the compatibility of project parts may be because of rework or insufficient cooperation in the project.

Based on the results of the in-depth analysis, a checklist was made based on the most frequently reported errors in the projects. The aim of the checklist is to create a practical tool to help designers avoid similar errors in future projects and to increase the construction quality. The tests carried out in the research shows that the checklist has significant efficiency, reducing the number of errors in renovation projects by an average of 85%, which indicates the importance of analyzing the errors and deficiencies made in the apartment building projects.

The literature review showed that design errors have a significant impact on the cost and efficiency of construction projects, which also shows the importance of analyzing such errors to increase construction quality. After the results of the checklist test, it can be said that on average 85% of the errors and deficiencies in renovation projects of an apartment building are typical and repeated mistakes, which can be prevented by raising the awareness of specialists. Typical errors mean that several different designers make similar mistakes in the same places. This situation points to a greater cause of errors and deficiencies, which may be, for example, incorrectness and insufficient detail in the regulations, which could also form the basis for further studies.

The results of the research confirm that a detailed analysis of errors and measures aimed at preventing them, such as a checklist, can significantly improve the results of renovation projects and the quality of construction. In addition to the practical checklist, the thesis also reveals to the public new knowledge about the mistakes and shortcomings in renovation projects, which can be based on further studies or used to refine legislation.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Eesti Ehitusinseneride Liit, "Ehituse üldterminid." Accessed: Apr. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.ehitusinsener.ee/wp-content/uploads/2022/03/Terminivara.-Ehitiste-projekteerimine.2022.pdf>
- [2] S. Han, P. Love, and F. Peña-Mora, "A system dynamics model for assessing the impacts of design errors in construction projects," *Math Comput Model*, vol. 57, no. 9–10, pp. 2044–2053, May 2013, doi: 10.1016/j.mcm.2011.06.039.
- [3] P. E. D. Love, R. Lopez, Y. M. Goh, and C. M. Tam, "What goes up, shouldn't come down: Learning from construction and engineering failures," in *Procedia Engineering*, 2011, pp. 844–850. doi: 10.1016/j.proeng.2011.07.107.
- [4] Majandus- ja taristuminister, "Nõuded ehitise projekti ekspertiisile–Riigi Teataja." Accessed: Oct. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/109062015025>
- [5] Statistikaamet, "Eluruumid ja eluruumidega hooned | Statistikaamet." Accessed: Oct. 25, 2023. [Online]. Available: <https://rahvaloendus.ee/et/tulemused/eluruumid-ja-eluruumidega-hooned>
- [6] Kliimaministeerium, "Teadusarendusprogramm LIFE IP BuildEST – hooandja hoonete renoveerimisele | Kliimaministeerium." Accessed: Oct. 25, 2023. [Online]. Available: <https://kliimaministeerium.ee/buildest>
- [7] Oyewobi L. O., Ibironke O. T., Ganiyu B. O., and Ola-AwoA. W., "Evaluating rework cost- A study of selected building projects in Niger State, Nigeria," *Journal of Geography and Regional Planning*, vol. 4, no. 3, pp. 147–151, 2011.
- [8] Peter E. D. Love, David J. Edwards, Hunna Watson, and Peter Davis, "Rework in Civil Infrastructure Projects: Determination of Cost Predictors," *Construction Engineering and Management*, vol. 136, no. 3, pp. 275–282, 2010.
- [9] P. E. D. Love and D. J. Edwards, "Determinants of rework in building construction projects," *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 11, no. 4, pp. 259–274, 2004.
- [10] P. Ekambaram and E. Palaneeswaran, "Reducing rework to enhance project performance levels," 2006. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/228496555>
- [11] P. Barber, D. Sheath, C. Tomkins, and A. Graves, "Quality failure costs in civil engineering projects," *Quality & Reliability Management*, vol. 17, no. 4/5, pp. 479–492, 2000.
- [12] The University of Texas at Austin, "The Impact of Changes on Construction Cost and Schedule," Austin, Texas, 1990.

- [13] P. Love and J. Smith, "Benchmarking, benchaction and benchlearning: rework mitigation in projects," *Management in Engineering*, vol. 19, no. 4, pp. 147–159, 2003.
- [14] P. E. D. Love, P. Mandal, and H. Li, "Determining the causal structure of rework in construction projects," *Construction Management and Economics*, vol. 17, no. 4, pp. 505–517, 1999.
- [15] E. K. Simpeh, P. Peter, and E. D. Love Bellville, "An Analysis Of The Causes And Impact Of Rework In Construction Projects," 2012.
- [16] K. El Hussein, "Management of Change-Induced Rework in a Construction Project," 2014.
- [17] E. Peter, D. Love, and L. I. Heng, "Quantifying the causes and costs of rework in construction," *Construction Management and Economics*, vol. 18, no. 4, pp. 479–490, 2000, doi: 10.1080/01446190050024897.
- [18] M. Nepal, M. Park, and B. Son, "Effects of schedule pressure on construction performance," *Construction Engineering and Management*, vol. 132, no. 2, pp. 182–188, 2006.
- [19] G. Ye, Z. Jin, B. Xia, and M. Skitmore, "Analyzing Causes for Reworks in Construction Projects in China," *Journal of Management in Engineering*, vol. 31, no. 6, Nov. 2015, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000347.
- [20] P. E. Josephson and Y. Hammarlund, "The causes and costs of defects in construction: A study of seven building projects," *Autom Constr*, vol. 8, no. 6, pp. 681–687, 1999.
- [21] A. Enshassi, M. Sundermeier, and M. A. Zeiter, "Factors Contributing to Rework and their Impact on Construction Projects Performance," 2017. [Online]. Available: <http://penerbit.uthm.edu.my/ojs/index.php/IJSCET>
- [22] P. E. D. Love, H. Li, and P. Mandal, "Rework: A symptom of a dysfunctional supplychain, *European Journal of Purchasing and Supply Management*," vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 1999.
- [23] M. Cnuddle, "Lack of quality in construction–economic losses," in *Management, Quality and Economics in Building*, 1991, pp. 461–470.
- [24] J. L. Burati, J. J. Farrington, and W. B. Ledbetter, "Causes of quality deviations in design and construction," *Construction Engineering and Management*, vol. 118, no. 1, pp. 34–49, 1992.
- [25] Love P.E.D., "Influence of project type and procurement method on rework costs in building construction projects," *Construction Engineering and Management*, vol. 128, no. 1, pp. 18–29, 2002.
- [26] R. Rivas, J. Borcharding, V. Gonzales, and L. Alarcon, "Analysis of factors influencing productivity using craftsmen questionnaires: case study in a Chilean construction

- company.," *Construction Engineering and Management*, vol. 137, no. 4, pp. 312–322, 2011.
- [27] Love P.E.D., Simpeh E.K., and Ndiokubwayo R., "Evaluating the direct and indirect costs of rework in construction," 2012. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11189/1094>
- [28] Peter E.D. Love and Gary D. Holt, "Construction business performance measurement: the SPM alternative," *Business Process Management Journal*, vol. 6, no. 5, pp. 408–416, 2000, Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: https://web.archive.org/web/20190225090750id_/http://pdfs.semanticscholar.org/6bc8/b03ce517f67337356a1859886a942f00f17b.pdf
- [29] B. Czaplicki, "Advanced rework technology and processes for next-gen packages, SMT," *Surface Mount Technology*, vol. 28, no. 11, pp. 16–37, 2013.
- [30] P. E. D. Love, D. J. Edwards, Z. Irani, and D. H. T. Walker, "Project pathogens: The anatomy of omission errors in construction and engineering projects," *IEEE Trans Eng Manag*, vol. 56, no. 3, pp. 425–435, 2009.
- [31] Y. Li and T. Taylor, "Modelling the impact of design rework on transportation infrastructure construction project performance 2014," *Construction Engineering and Management*, vol. 140, no. 9, p. p.10, 2014.
- [32] P. E. D. Love, "Auditing the indirect consequences of rework in construction: a case based approach.," *Managerial Auditing Journal*, vol. 17, no. 3, pp. 138–146, 2002.
- [33] I. Avots, "Cost-Relevance Analysis for Overrun Control," *International Journal of Project Management*, vol. 1, no. 3, pp. 142–148, 1983.
- [34] P. E. D. Love and D. J. Edwards, "Forensic project management: The underlying causes of rework in construction projects," *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 21, no. 3, pp. 207–228, 2004.
- [35] N. Azhar, R. U. Farooqui, and S. M. Ahmed, "Advancing and Integrating Construction Education, Research & Practice," 2008.
- [36] I. Mahamid and N. Dmaid, "Risks Leading to Cost Overrun in Building Construction from Consultants' Perspective," *Organization, Technology & Management in Construction: An International Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 860–873, Dec. 2013, doi: 10.5592/otmcj.2013.2.5.
- [37] J. Stuchlík, "The Main Risk Factors Leading to Cost Overrun in Delivery of Czech Public Building Projects," *Business & IT*, vol. VIII, no. 2, pp. 14–21, 2018, doi: 10.14311/bit.2018.02.02.
- [38] G. D. Creedy, "Risk factors leading to cost overrun in highway construction projects," *Clients Driving Innovation International Conference*, Australia, 2004, Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB1383.pdf>

- [39] M. Akram Akhund, A. Raza Khoso, U. Memon, S. H. Khahro, and P. Scholar, "Time Overrun in Construction Projects of Developing Countries," *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, vol. 3, 2017.
- [40] S. A. Assaf and S. Al-Heijji, "Causes of delay in large construction projects," *International Journal of Project Management*, vol. 24, no. 4, pp. 349–357, 2006.
- [41] A. U. Elinwa and M. Joshua, "Time-overrun factors in Nigerian Construction industry," *Construction Engineering and Management*, vol. 127, no. 5, pp. 419–425, 2001.
- [42] D. Niati, N. Yves Mulongo, and C. Aigbavboa, "Analyzing the Causes of Poor Quality in the Construction Sector: A Critical Review," 2006.
- [43] D. Zhang, "Analysis of a Construction Small-Projects Rework Reduction Program for a Capital Facility," 2009.
- [44] Get It Right Initiative, "Improving value by eliminating error: Literature Review Revision 3," 2016. Accessed: Jan. 12, 2024. [Online]. Available: <https://getitright.uk.com/live/files/reports/4-giri-literature-review-revision-3-599.pdf>
- [45] E. Pikas, L. Koskela, J. Oehmen, and B. Dave, "From checklists to design process support systems: Initial framing," in *27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC 2019, The International Group for Lean Construction*, Jul. 2019, pp. 83–96. doi: 10.24928/2019/0173.
- [46] Whole Building Design Guide, "Design Review Checklists And Operation Checklist." Accessed: Jan. 28, 2024. [Online]. Available: <https://wbdg.org/ffc/va/design-review-checklists>
- [47] "Majandus- ja kommunikatsiooniministri määruse Nõuded ehitise projekti ekspertiisile eelnõu seletuskiri".
- [48] Majandus- ja kommunikatsiooniminister, "Nõuded ehitise projektile–Riigi Teataja." Accessed: Oct. 30, 2023. [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/13359325>
- [49] Eesti Ehitusprojekt OÜ, "Kütte ja ventilatsiooni projekteerimine." Accessed: Feb. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.eeprojekt.ee/teenused/tehnosusteemid/kutte-ja-ventilatsiooni-projekteerimine.html>
- [50] H. Tammemägi, "Tehnosüsteemide Paigaldusprobleemide Vältimine Kvaliteedijuhtimise ja Ehitatavuse Analüüsi Abil," *TalTech*, Tallinn, 2022.

LISA 1. Korterelamu rekonstrueerimisprojekti kontroll-leht

Üldosa

Kontroll-lehe kasutamise eesmärgiks on suunata tähelepanu renoveerimisprojektides tehtavatele tüüpilistele vigadele ja selle abil vigu vähendada. Kontroll-leht ei anna ette nõudmisi renoveerimisprojekti koostamiseks.

Vigade ja puuduste kontrollimiseks on antud nimekirjas tüüpilised vead välja toodud konstruktsioonide ja projektiosade kaupa. Selleks on koostatud tabelid, kus esmalt kirjeldatakse kontrollitavat elementi või detaili, seejärel mida selle elemendi või detaili puhul kontrollida ja viimaks lahtrid kuhu tuleb märkida, kas element või detail vastab nõuetele ja on korrektne. Kui element ei vasta nõuetele või ei ole korrektne on tabeli viimases veerus märkuste lahter, kuhu saab täpsustada siis mis on ebatäpne või ebakorrektne.

1. Avatäited						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mitte-vastav	Märkused
1.1 Uksed	1	Uks ja selle liistud, lengid, lävepakud	Toodete värvitoonid koos värvikataloogiga	[]	[]	
	2		Toodete materjalide liigid ja profiilid	[]	[]	
	3	Uks	Uste funktsionaalsus (avatavus ja lisadetailid nagu ukseulgur, uksetõkis)	[]	[]	
	4		Ukse ja tema klaasiosa mõõdud	[]	[]	
	5		Tehnilised näitajad (Soojusläbivus, heliisolatsioon)	[]	[]	
1.2 Aknad	6	Akna lengid, raamid, aknalaud, veepikk	Toodete värvitoonid koos värvikataloogiga	[]	[]	
	7	Akna lengid, raamid, aknalaud, veepikk, paigaldusprofiil	Toodete materjalide liigid ja profiilid	[]	[]	
	8	Klaaspaketid, aknaraamid ja komplektne avatäide	Tehnilised näitajad (Soojusläbivus, g-väärtus)	[]	[]	
	9	Aken	Akende funktsionaalsus (avatavus, õhuvõtuklapid ja nende asukoht)	[]	[]	
	10		Akende avatavate osade mõõtmed	[]	[]	
	11	Aknalaud, veepikk	Mõõtmed ja profiil (paksus, kalded)	[]	[]	
	12	Suitsu-ärastusaknad	Joonistel ja spetsifikatsioonides kajastatud suitsuärastuseks mõeldud aknad	[]	[]	

1. Avatäited						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
1.3 Muu avatäidetega seonduv	13	Avatäidet ümbritsev konstruktsioon	Avatäite vahetusest tulenevad seinaviimistluse nõuded ja värvitoonid	[]	[]	
	14	Avatäited	Vormistus, kogused ja mõõdud joonistel (avatäidete asukohad/tähised, kõrgusmärgid)	[]	[]	
	15		Avatäidete paigalduslahendused, sõlmejoonised koos projekteeritud materjalidega (avatäidete ülemise, alumise ja vertikaalse osa sõlmed)	[]	[]	
	17		Avatäidete dokumentides oleva informatsiooni ühilduvus (seletuskiri, joonised ja spetsifikatsioonid)	[]	[]	
	16	Akna veeplekk, aknalaud, paigaldusprofiil	Kinnitus- ja paigalduslahendused	[]	[]	
2. Katus						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
2.1 Katusekonstruktsioon	18	Katus	Projekteeritud materjalide tehnilised näitajad ja vajadusel näidistooded (katusekate, soojustus, prussid)	[]	[]	
	19		Katusekonstruktsiooni tüüplõige koos materjali kirjelduste ja mõõtmetega	[]	[]	
	20		Nõutud või olemasolev katusekalle	[]	[]	
	21	Läbiviigud	Korstnate või muude läbiviikude eemaldamisest tekkinud ava kinni ehitamise lahendused	[]	[]	
	22		Korstnate ja teiste läbiviikude paiknemise olemasolu joonistel koos kõrgusmärkidega	[]	[]	

2. Katus						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
2.2 Katuse luuk	23	Katuse luuk ja redel	Katuse luugi ja tema redeli olemasolu joonistel koos luugi mõõtudega	[]	[]	
	24		Värvitoonid koos värvikataloogiga	[]	[]	
	25		Täpsustus, kas jääb olemasolev või uus, kui uus siis kirjeldus missugune	[]	[]	
	26	Katuse luuk	Katuse luugi konstruktiivne sõlmejoonis	[]	[]	
2.3 Parapet	27	Parapet	Joonistel märkida parapeti kõrgusmärk ning kalle	[]	[]	
	28		Parapeti sõlmejoonis	[]	[]	
	29	Projekteeritud materjalid	Parapetis projekteeritud kasutatavate materjalide mõõdud ja sammud	[]	[]	
	30		Parapetis projekteeritud kasutatavate materjalide tehnilised näitajad	[]	[]	
	31	Veeplekk	Parapeti veepleki profiil ja mõõtmed	[]	[]	

2. Katus						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
2.4 Tuulekast	32	Tuulekastilauad	Tuulekastilaudade samm ja profiili mõõtmed	[]	[]	
	33		Tuulekastilaudade viimistlusnõuded ja värvitoon koos värvikataloogiga	[]	[]	
2.5 Ohutustoodet ja muud lisadetailid katusel	34	Lumetõkked ja turvapollarid	Ohutustoodete paiknemise olemasolu joonistel koos mõõtude ja sammuga.	[]	[]	
	35	Käiguteed	Käiguteede paiknemise olemasolu joonistel koos laius mõõduga	[]	[]	
	36		Käiguteede konstruktsiooni kirjeldus, koos mõõtmete ja sammudega	[]	[]	
	37	Vihmaveerennid	Vihmaveerennide paiknemise olemasolu joonistel koos kõrgusmärkide	[]	[]	
	38		Vihmaveerennide profiili mõõdud ja värvitoon koos värvikataloogiga	[]	[]	
	39		Vihmaveerennide kinnituslahendus	[]	[]	
	40	Päikesepaneelid	Päikesepaneelide paiknemise olemasolu joonistel	[]	[]	
	41		Päikesepaneelide kinnituslahendus katusele	[]	[]	
	42	Ventilatsiooni-agregaat	Ventilatsiooniagregaadi paiknemise olemasolu joonistel	[]	[]	
	43		Ventilatsiooniagregaadi kinnituslahendus katusele	[]	[]	

3. Välissein						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mitte-vastav	Märkused
3.1 Välissein	44	Soojustusmaterjal	Tehnilised näitajad (paksus, soojusläbivus)	[]	[]	
	45		Paigaldusviis	[]	[]	
	46		Kinnitusvahendite tüüp	[]	[]	
	47	Roovitus	Materjali profiil ja samm	[]	[]	
	48		Roovitise orientatsioon	[]	[]	
	49		Kinnitusviis	[]	[]	
	50		Kinnitusvahendite tüüp	[]	[]	
	51	Fassaad	Tehnilised näitajad koos värvitooniga	[]	[]	
	52		Kinnitusviis	[]	[]	
	53	Krohvikandplaat	Tehnilised näitajad	[]	[]	
	54	Viimistluskiht	Materjali liik ja värvitoon	[]	[]	
	55	Õhuretid	Paiknemised joonistel	[]	[]	
	56		Kinnitusviis	[]	[]	
	57	Välisseina konstruktsioonid	Erinevate välisseina konstruktsioonide lõigete olemasolu (Tüüpiline puuduv lõige on otsaseinal)	[]	[]	
	58		Lõigetel esitatud piirde kihtide paksused ja tehnilised näitajad	[]	[]	
59	Välissein	Välisseina dokumentides oleva informatsiooni ühilduvus (seletuskiri, joonised ja spetsifikatsioonid)	[]	[]		

4. Vundament						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
4.1 Sokkel	60	Soojustus ja hüdroisolatsioon	Materjalide ulatus vertikaalselt joonistel	[]	[]	
	61		Tehnilised näitajad (Soojuslähivuse info igal juhul)	[]	[]	
	62		Paigaldusviis	[]	[]	
	63	Soojustus	Kinnitustarvikute tüüp ja kogused	[]	[]	
	64		Soojustuse olemasolu ja tehnilised näitajad	[]	[]	
	65	Sokkel	Tarindi komplektne soojuslähivus	[]	[]	
	66		Joonistel mõõdud ja kõrgusmärgid, viited ning projekteeritud materjalide paiknemine ja ühilduvus seletuskirjaga	[]	[]	
	67		Seinaviimistluse nõuded	[]	[]	
	68	Sokli viimistlus	Tsementkiudplaatide kinnitusviis (Lisaks karkassi mõõtmed, samm, materjal)	[]	[]	
69	Tsementkiudplaatide mahukahanemisvuukide lahendus		[]	[]		
4.2 Sillutisriba	70	Sillutisriba	Mõõtmed (Paksus, kalle ja laius)	[]	[]	
	71		Joonistel mõõdud ja kõrgusmärgid, viited ning projekteeritud materjalide paiknemine ja ühilduvus seletuskirjaga	[]	[]	
	72	Pinnasekihid	Alumiste kihtide tihedusastmed ja paksused	[]	[]	
	73	Betoonpandus	Tehnilised näitajad (betooni mark, pinnaviimistluse tüüp, kvaliteediklass, mahukahanemisvuugid)	[]	[]	

5. Rõdud						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mitte-vastav	Märkused
5.1 Rõdud	74	Rõdupiire	Materjali liik ning viimistluse nõuded	[]	[]	
	75		Möödud ja tehnilised näitajad	[]	[]	
	76		Kinnitusviis	[]	[]	
	77		Kinnituselementide näidistooted ja kogused	[]	[]	
	78	Rõdupõrand	Põranda betoonkonstruktsiooni nõuded (betooni mark, pinnaviimistlus, kvaliteediklass)	[]	[]	
	79		Põranda kattematerjali tehnilised näitajad	[]	[]	
	80		Vee äravoolu lahendus	[]	[]	
	81	Rõdupõrand ja uks	Rõdupõranda ja ukse sõlm (Ukse paigaldus, hüdroisolatsiooni paigutus, veepleki mõõtmed ja paigutus)	[]	[]	
	82	Rõdu lae konstruktsioon	Konstruktsiooni info (Pinnaviimistlus nõuded või toote kirjeldus)	[]	[]	
83	Rõdu eraldusein	Konstruktsiooni info (Pinnaviimistlus nõuded)	[]	[]		
6. Trepikoda						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mitte-vastav	Märkused
6.1 Trepikoda	84	Seinad, põrandad, trepid	Viimistlus nõuded	[]	[]	
	85	Trepipiirded	Nõuded materjalile ja värvitoonile	[]	[]	
	86		Paigalduslahendus	[]	[]	

7. Trepikoda						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
7.1 Varikatus	87	Varikatus	Pinnaviimistluse nõuded	[]	[]	
	88		Veeäravoolu lahendus	[]	[]	
	89		Vihmaveesüsteem ja selle spetsifikatsioonid (profiil, mõõdud, materjali liik, värvitoon)	[]	[]	
	90		Sõlmejoonis varikatuse liitumisest fassaadiga (oluline näha pleki ja varikatuse liitumist fassaadiga)	[]	[]	
	91	Varikatuse veepolek	Polekide profiilid ja värvitoon	[]	[]	
	92	Varikatuse post	Tehnilised näitajad ja värvitoon	[]	[]	
	93	Välitrepp	Mõõtmed ja viimistlus	[]	[]	
8. Väliruum						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
8.1 Väliruum	94	Tehnorajatised	Paiknemine ja kirjeldus	[]	[]	
	95	Katendid ja pinnas	Taastatavate katendite ja pinnase mahud ning nõuded	[]	[]	
	96	Asendiplaan	Tehnovõrkude paiknemised	[]	[]	
9. Pööning						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
9.1 Pööning	97	Käigutee	Materjali liik ja viimistlus	[]	[]	
	98		Mõõtmed ja paiknemine joonistel	[]	[]	
	99	Pööninguluuk	Materjali liik ja mõõtmed	[]	[]	
	100		Paiknemine joonistel	[]	[]	
	101	Pööninguluugi redel	Info kas jääb olemasolev või uus, kui uus siis mis nõuded sellele	[]	[]	
10. Ventilatsioonikamber						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
10.1 Ventilatsioonikamber	102	Ventilatsioonikamber	Mõõdud joonistel	[]	[]	
	103	Seina-, lae-, ja põrandakonstruktsioon	Konstruktsiooni tüübid, tehnilised näitajad, viimistluse nõuded	[]	[]	

11. Peaprojekteerimine						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
11.1 Peaprojekteerimine	104	Seletuskiri	Vastutava spetsialisti kutsetunnistuse andmed	[]	[]	
	105		Õiged ja kehtivad viitamised standarditele ja õigusaktidele	[]	[]	
	106		Töömahtude kirjeldused (rekonstrueerimistööst lisanduvad tööd)	[]	[]	
	107	Projekti dokumendid	Projektiosade ühilduvus lahenduste ja konstruktsioonide tehniliste näitajate ja jooniste korral	[]	[]	
	108		Projekti vormistuse nõuded vastavalt Majandus- ja taristuministri määrusele nr 97 ja andmete ühilduvust ehitusregistriga	[]	[]	
12. Kandekonstruktsioon						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
12.1 Kande-konstruktsioon	109	Projekteeritud betoonkonstruktsioonid	Betoonkonstruktsiooni nõuded (kaitsekiht, armatuuri ja betooni klass, keskkonnaklass, nõutav kvaliteediklass)	[]	[]	
	110	Katuse kandevõime	Katuse kandevõime kontroll, tulenevalt katusele projekteeritud seadmete ja toodete kaalust.	[]	[]	
13. Tuleohutus						
Grupp	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mittevastav	Märkused
13.1 Tuleohutus	111	Trepikoja aknad	Akende avamise lahendus suitsuärastuseks	[]	[]	
	112	Suitsu-ärastusaknad	Akna efektiivpindala nõue	[]	[]	
	113	Tuleohutusega seotud konstruktsioonid	Tuleohutusnõuded seletuskirjas ja joonisel (tulepüsivus ja eripõlemiskoormus)	[]	[]	
	114	Tuleohutusega seotud konstruktsioonid ja tooted	Lahenduste paiknemine joonistel (tuletõkkeseksioonid, hädaväljapääsud, tuletõkkeused ja aknad)	[]	[]	

14. Energiatõhusus

	Nr	Kontrollitav element	Kontrollida, kas on esitatud, kas on sisuliselt õige	Vastav	Mitte-vastav	Märkused
14.1 Algandmed	115	Piirdetarindid ja avatäited	Soojuslähivus, õhulekkearv, joonsoojustlähivus	[]	[]	
	116	Küte ja ventilatsioon	Süsteemide tehnilised andmed (SFP väärtused, soojustagastuse tüüp, küttesüsteemi võimsus, tüüp ja küttegaafikud)	[]	[]	
	117	Lähteandmed	Projekti osade ühilduvus ja algandmete päritolu tõesus ja dokumenteerimine	[]	[]	
14.2 Arvutused	118	Energia-tõhususarv	Arvutuse vastavust määrusele ja koostamise õigsust vastavalt olemasolevale ja projekteeritud konstruktsioonidele	[]	[]	
	119	Muud arvutused	Suvise ruumitemperatuuri, joonkülmasilla ja õhulekkearvu arvutused ning nende vastavust nõuetele (Kredex)	[]	[]	